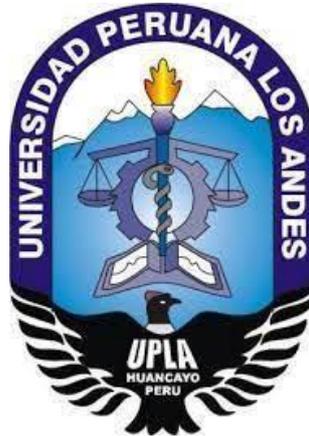


# **UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



### **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**CIERRE DEL DEPOSITO DE MATERIAL ESTÉRIL  
HUAYLLACRUZ – OBRAS DE ARTE – HUACHOCOLPA, EN LA  
REGIÓN HUANCAVELICA 2017 – 2018**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. LUIS MIGUEL MARCAS HUAYRA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2021**

---

**Dr. RUBÉN D. TAPIA SILGUERA**  
**PRESIDENTE**

---

**PH. D. MOHAMED MEHDI HADI MOHAMED**  
**JURADO REVISOR**

---

**ING. RANDO PORRAS OLARTE**  
**JURADO REVISOR**

---

**ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES**  
**JURADO REVISOR**

---

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA**  
**SECRETARIO DOCENTE**

### **DEDICATORIA**

El presente Informe Técnico está dedicado a mis padres Marino y Felicita por su apoyo incondicional en mi formación profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	IV
ÍNDICE DE CUADROS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPITULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
1.1. Problema: .....	14
1.1.1. Problema general: .....	14
1.1.2. Problemas específicos: .....	14
1.2. Objetivos:.....	15
1.2.1. Objetivo general: .....	15
1.2.2. Objetivos específicos:.....	15
1.3. Justificación: .....	15
1.3.1. Justificación práctica o social: .....	15
1.3.2. Justificación metodológica:.....	16
1.4. Delimitación del problema: .....	16
1.4.1. Delimitación espacial: .....	16
1.4.2. Delimitación temporal:.....	19
1.4.3. Delimitación económica: .....	19
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	21
2.1. Antecedentes:.....	21
2.2. Marco Conceptual.....	28
2.2.1. El desmonte:.....	28

2.2.2. Canal de coronación:.....	29
2.2.3. Geomembrana:.....	29
2.2.4. Aguas acidas: .....	30
2.2.5. Concreto: .....	31
2.2.6. Aditivos para concreto: .....	32
2.2.7. Encofrado: .....	32
2.2.8. Sedimentos:.....	33
2.2.9. Plan de cierre de minas: .....	33
CAPÍTULO III .....	35
METODOLOGIA .....	35
3.1.- Método de estudio: .....	35
3.2.- Tipo de estudio: .....	35
3.3.- Nivel de estudio: .....	35
3.4.- Diseño de estudio: .....	35
3.5.- Población y muestra .....	36
3.6.- Técnica e instrumentación de recolección de datos .....	36
3.7.- Técnicas para los procesamientos y análisis de las informaciones ..	37
CAPÍTULO IV .....	38
DESARROLLO DEL INFORME .....	38
4.1. Antecedentes del proyecto: .....	38
4.2. Resultados.....	38
4.2.1. Diseño hidráulico del canal de coronación. ....	38
4.2.1.1. Área mínima de diseño. ....	39
4.2.1.2. Diseño de la sección transversal.....	39
4.2.2. Diseño del expediente técnico .....	42

4.2.3. Inicio de la construcción del canal .....	50
4.2.4. Trazo del canal con apoyo topográfico y no topográfico.....	50
4.2.5. Construcción y colocación de cerchas (encofrado) .....	51
4.2.6. Relleno y compactado del canal con material arcilloso, morrena y piedra	
51	
4.2.7. Colocación del encofrado para inicio de vaciado del canal .....	51
4.2.8. Instalación de geomembrana en el canal .....	52
4.2.9. Vaciado del concreto en el canal .....	52
4.2.10. Diseño de mezcla.....	53
4.2.11. Ensayos de concreto.....	54
4.2.12. Preparado de concreto con mezcladora.....	54
4.2.13. Transporte de concreto fresco .....	54
4.2.14. Colocación de Tecknopor en las juntas.....	55
4.2.15. Colocación de juntas de dilatación.....	55
4.2.16. Colocación del material orgánico sobre la geomembrana.....	55
4.2.17. Boleo de guano y revegetación de la desmontera .....	55
4.3. Discusión de los resultados .....	55
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES .....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1 Parámetros de calidad de agua en la desmontera Huayllacruz.....	55
Cuadro 2 Parámetros de calidad de suelo en la desmontera Huayllacruz .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización de la región.....	17
Figura 2 Localización de la provincia .....	17
Figura 3 Localización del distrito .....	18
Figura 4 Localización del proyecto en el distrito.....	19
Figura 5 Sección 01 del canal de coronación.....	44
Figura 6 Cambio de sección 01 a la sección 02 del canal de coronación .....	44
Figura 7 Sección 02 del canal de coronación (perfil longitudinal).....	45
Figura 8 Detalle de la sección 02 (gradas de disipación) .....	46
Figura 9 Sección transversal de las gradas de disipación.....	46
Figura 10 Cambio de sección 02 a la sección 03 del canal.....	47
Figura 11 Sección 03 del canal de coronación.....	47
Figura 12 Entrega del canal de coronación hacia el bofedal.....	48
Figura 13 Llegada del canal colector 04 hacia el canal de coronación .....	49
Figura 14 Llegada de los canales colectores 01, 02 y 03 hacia el canal de coronación.....	49
Figura 15 Llegada del canal colector 05 hacia el canal de coronación .....	50
Figura 16 Nivel de Ph después de la intervención. ....	56
Figura 17 Nivel de conductividad eléctrica después de la intervención.....	56
Figura 18 Nivel de oxígeno disuelto después de la intervención.....	56
Figura 19 - 52 Panel fotografico del proceso constructivo.....	56

## RESUMEN

El presente informe técnico “Cierre del Depósito de Material Estéril Huayllacruz - Obras de Arte – Huachocolpa, en la Región Huancavelica 2017 – 2018”, tuvo como problema general: ¿Cuál es la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en los recursos ambientales, Huayllacruz –Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018? y cuyo objetivo general fue “determinar la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en los recursos ambientales, Huayllacruz – Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018”.

Para el control del impacto generado, se plantea la construcción de canales hidráulicos de concreto y la instalación de geomembrana como elemento estructural conjunto; lo cual permitirá impermeabilizar grandes áreas, derivando las aguas pluviales, y así minimizar los niveles de daño y contaminación al suelo y efluentes naturales de agua, a causa de las actividades mineras. Teniendo como objetivo general determinar la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en los recursos ambientales, Huayllacruz – Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018. El método general de estudio fue el científico, el tipo de estudio fue el aplicativo de nivel descriptivo-explicativo y de diseño no experimental - longitudinal. La población estuvo constituida por los canales de recolección de concreto de 2 145.00 ml y geomembrana en un área de 64 000.00 m<sup>2</sup>, el tipo de muestreo fue el no probabilístico o dirigido y para este informe se seleccionó 568.00 ml de canal principal y/o canal de coronación y 1 000.00 m<sup>2</sup> de geomembrana. Como conclusión se tiene que, con la construcción de los canales de concreto y la instalación de la Geomembrana; se logró reducir el nivel de contaminación en el agua de un PH= 4.50 (blandas acidas) a un PH=7.60 (neutra y limpia), conductividad eléctrica de 850.00 uS/cm hasta 254.00 uS/cm, oxígeno disuelto en el agua de 4.00 mg/L hasta 7.20mg/L, y se redujo la contaminación de suelo de un nivel contaminante hasta un nivel aceptable.

**Palabras clave:** Desmonte, minería, impacto ambiental negativo, prevención, mitigación, geomembrana, canal de coronación de concreto.

## **ABSTRACT**

The present technical report " Closure of the Huayllacruz Sterile Material Deposit - Artworks - Huachocolpa, in the Huancavelica Region 2017 - 2018", had as a general problem: What is the influence of the installation of geomembrane and concrete channels for tailings facility closure in environmental resources, Huayllacruz – Huachocolpa, in the Huancavelica region 2017 - 2018? and whose general objective was "to determine the influence of the installation of geomembrane and concrete channels for tailings closure on environmental resources, Huayllacruz - Huachocolpa, in the Huancavelica region 2017 - 2018".

To control the impact generated, the construction of hydraulic concrete channels and the installation of geomembrane as a joint structural element are proposed; This will make it possible to waterproof large areas, diverting rainwater, and thus minimize the levels of damage and contamination to the soil and natural water effluents, due to mining activities. With the general objective of determining the influence of the installation of geomembrane and concrete channels for tailings closure on environmental resources, Huayllacruz -Huachocolpa, in the Huancavelica region 2017 - 2018. The general method of study was scientific, the type of study It was the descriptive-explanatory application and non-experimental-longitudinal design. The population consisted of 2 145.00 ml concrete collection channels and geomembrane in an area of 64 000.00 m<sup>2</sup>, the type of sampling was non-probabilistic or directed and for this report 568.00 ml of main channel and / or channel were selected of coronation and 1 000.00 m<sup>2</sup> of geomembrane. As a conclusion, with the construction of the concrete channels and the installation of the Geomembrane; it was possible to reduce the level of contamination in the water from a PH = 4.50 (soft acid) to a PH = 7.60 (neutral and clean), electrical conductivity of 850.00 uS / cm to 254.00 uS / cm, dissolved oxygen in the water of 4.00 mg / L to 7.20mg / L, and soil contamination was reduced from a pollutant level to an acceptable level.

**Keywords:** Stripping, mining, negative environmental impact, prevention, mitigation, geomembrane, concrete crowning channel.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico tiene como objetivo general, determinar la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en los recursos ambientales, Huayllacruz –Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018.

En la actualidad las disposiciones para el cuidado del medio ambiente en las empresas mineras son más rigurosas, que mediante el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) se generan acciones, políticas e inversiones necesarias para reducir prioritariamente la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes que ingresan al sistema o infraestructura de disposición de residuos o que se viertan o emitan al ambiente; por tal motivo es necesario implementar medidas de prevención, control y mitigación que minimicen los daños generados al medio ambiente; ya que estas deben quedar en las condiciones iniciales de la zona afectada, o mejorar esas condiciones.

**En el capítulo I**, se realiza el planteamiento de la problemática que incide en la generación de desmonte como impacto negativo, los objetivos del informe técnico, la justificación y delimitación de la zona de influencia; esto para identificar los antecedentes del proyecto, y tener en claro los problemas y planteamientos a resolver.

**En el capítulo II**, se abordan las cuestiones teóricas que sustentan el planteamiento. Se hace un breve repaso de los trabajos e investigaciones enfocados en temas parecidos, resaltando las coincidencias y diferencias de dichos trabajos con este informe técnico. También se repasarán los conceptos básicos que se emplearán en el informe, de acuerdo a la problemática desarrollada.

**En el capítulo III**, se establece la metodología de investigación: el método de estudio, el tipo de estudio, el nivel y diseño de estudio, la población y la muestra, así como también las técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

**En el capítulo IV**, se plasma el desarrollo del presente informe, se evidencia el diseño del proyecto, todos los pasos de la ejecución de acuerdo al método ya indicado, además se explican los resultados.

Para finalizar se cita las conclusiones, recomendaciones, referencias, bibliográficas y finalmente los anexos.

Bach. Luis Miguel Marcas Huayra

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente el sector construcción y minería, son las actividades que más ingreso económico generan al Perú, encontrándose en diversas localidades y a diferentes alturas sobre el nivel del mar (costa sierra y selva).

Las zonas mineras se ubican donde sea más rentable la explotación de los minerales.

Cabe resaltar que la ubicación de las labores mineras en zonas de difícil acceso, y es necesario la habilitación de rutas vehiculares y en la mayoría de los casos caminos solo peatonales.

La minería cuenta con 3 fases principales: Exploración. Aquí se realizan estudios para ver la cantidad y tipo de mineral con la que cuenta la zona en investigación; Explotación/Procesos. Una vez que se haya determinado que la cantidad de mineral es rentable, se procede a obtener los minerales, con factor humano y equipos; y la fase de Cierre. Aquí, todos los impactos ambientales negativos generados al medio ambiente durante las dos primeras fases deben ser remediados – minimizados - mejorados.

Lo primero que se realiza para iniciar la explotación es habilitar vías de acceso hacia los puntos, y ahí se empieza a extraer el mineral de forma manual y/o mecanizada; se extraen directamente del terreno dejando agujeros (tajos o trincheras) o se realizan túneles para extraer el mineral de los interiores (bocaminas).

Una vez que se ha obtenido los minerales se realiza una selección (separar mineral del material estéril), mientras que el mineral es trasladado para ser procesado, en el punto se queda el desmonte generado en grandes cantidades y en muchas ocasiones cubriendo grandes extensiones que solían ser vegetadas.

Al procesar los minerales, utilizando equipos y maquinarias se genera contaminación del aire, contaminación de suelo; y al trabajar directamente con el agua se genera también aguas ácidas que contaminan los afluentes y también la vegetación que existe en la zona impactada.

La minería genera también impactos positivos, como son: construcción de accesos y generación de empleo para los pobladores de las comunidades aledañas.

Es así que tenemos los siguientes impactos generados por la minería: generación de desmonte, aguas ácidas, bocaminas abiertas, derrame de hidrocarburos, generación de gases, modificaciones del medio ambiente natural, construcción de caminos y accesos, generación de empleos, etc.

El impacto ambiental negativo de mayor incidencia, es la “Generación de Desmonte”, ya que después de haber realizado la exploración y la explotación de los minerales, queda el desmonte en grandes cantidades (material estéril sobrante), el cual afecta directamente el suelo y al agua, dejando contaminantes en límites fuera de los rangos permisibles.

## **1.1.- Problema**

### **1.1.1.- Problema general**

¿Cuál es la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en los recursos ambientales, Huayllacruz –Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018?

### **1.1.2.- Problemas específicos**

- ¿Cuál es la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en la calidad de agua, Huayllacruz – Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018?

- ¿Cuál es la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en la calidad de suelo, Huayllacruz – Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018?

## **1.2.- Objetivos**

### **1.2.1.- Objetivo general:**

Determinar la influencia de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en los recursos ambientales, Huayllacruz –Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018.

### **1.2.2.- Objetivos específicos**

- Determinar el resultado de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en la calidad de agua, Huayllacruz –Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018
- Determinar el resultado de la instalación de geomembrana y canales de concreto para cierre de relavera en la calidad de suelo, Huayllacruz –Huachocolpa, en la región Huancavelica 2017 – 2018

## **1.3.- Justificación**

### **1.3.1.- Justificación práctica o social:**

El presente informe se enfoca dentro de la Ley N° 28090, Ley que Regula el Cierre de Minas, cuyo objetivo es la prevención, minimización y el control de los riesgos y efectos sobre la salud, la seguridad de las personas, el ambiente, el ecosistema circundante y la propiedad, que pudieran derivarse del cese de las operaciones de una unidad minera.

El cierre de minas se logra con la construcción y/o instalación de elementos estructurales como los canales de coronación, las normas vigentes donde se encuentra estipulada es derivado de la normativa O.S.060, drenaje pluvial urbano, por tratarse principalmente de canales y cobertura impermeabilizante de Geomembrana que van a interactuar directamente con las aguas de lluvia de la zona.

Con la ejecución de este proyecto se buscará minimizar el impacto ambiental negativo al suelo y agua generado por la minería.

### **1.3.2.- Justificación metodológica**

Con respecto a la parte metodológica del proyecto tanto en la formulación como en la ejecución se hizo uso de metodologías propias, las mismas que pueden servir de base para la ejecución de otros proyectos similares. Para ello se incentivará su aplicación en futuras obras de iguales características, con el fin de aportar en la mejora de los procesos constructivos, apreciaciones válidas para proyectos similares y en escenarios diferentes.

## **1.4.- Delimitación del problema**

### **1.4.1.- Delimitación espacial**

- Región : Huancavelica
- Provincia : Huancavelica
- Distrito : Huachocolpa, zona Huayllacruz
- Coordenadas geográficas:
  - Norte : 8546001
  - Este : 512053
  - Altitud : 4749 m.s.n.m.
- Macro localización



Figura 1 Localización de la región



Figura 2 Localización de la provincia

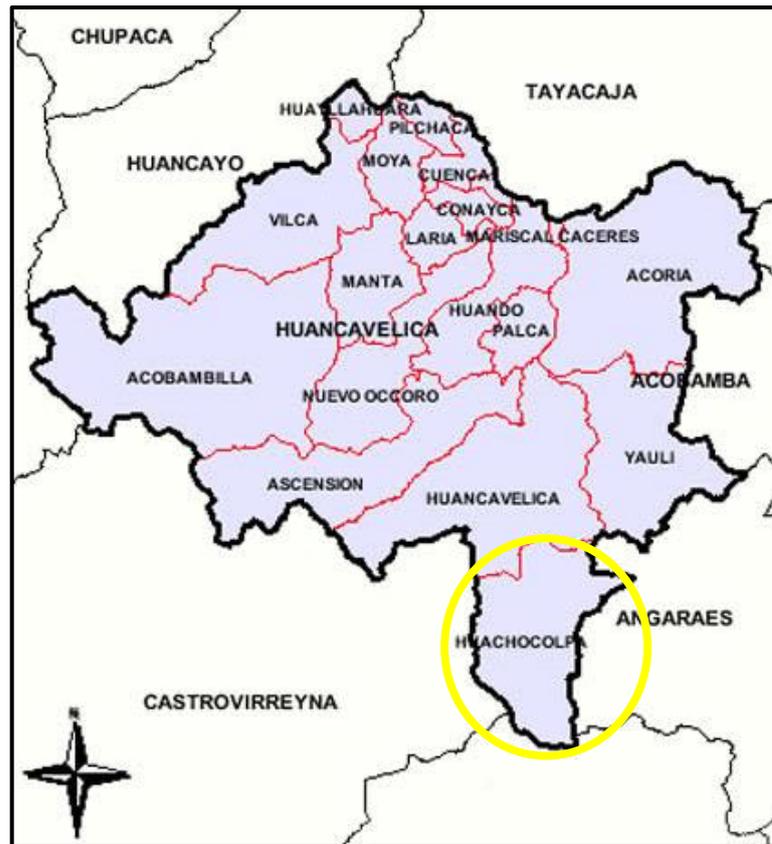


Figura 3 Localización del distrito

- Micro localización



Figura 4 Localización del proyecto en el distrito

- Vías de acceso

La zona de Huayllacruz, tienen vía de acceso desde la ciudad de Huancavelica, a través de carretera tipo trocha.

El tiempo de viaje es como sigue:

Huancavelica – Huachocolpa (85.00 Km.): 1 hora con 45 minutos de viaje con camioneta.

Huachocolpa – Huayllacruz (30.00 Km.): 40 minutos de viaje con camioneta

#### **1.4.2.- Delimitación temporal:**

De acuerdo al plan de ejecución (cronograma) del proyecto, se ha determinado 10 meses de duración del proyecto.

#### **1.4.3.- Delimitación económica:**

Los gastos que involucraron para el desarrollo del presente estudio informe técnico de suficiencia profesional fueron cubiertos en su totalidad por el egresado de la facultad de ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.



## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.- Antecedentes:**

##### **A nivel internacional**

- Surichaqui (2016), en su trabajo de investigación “Estudio de la metodología de evaluación de riesgos más eficaz para instalaciones abandonadas de residuos mineros”. El objetivo principal de esta tesis es buscar la metodología más adecuada para el análisis y la valoración de riesgos aplicados a ejemplos característicos de la industria minera en España y Perú. Cuya metodología fue descriptiva. Llegando a la conclusión que el análisis de riesgos es una técnica para identificar y evaluar peligros y poder analizar los riesgos, donde se presenta sus dos fases, una de identificación (caracterización, cualitativa y ordenamiento), y el enfoque cuantitativo que incluye la valorización de la severidad o la probabilidad y también las posibles consecuencias de presentación de un peligro. También es útil para poder decidir, porque podemos compilar toda la información contenida en los escenarios más importantes. Hoy en día, cada vez es más importante la sostenibilidad del medio ambiente natural y social donde se ejecutó la minería (particularmente en el cierre de minas) Esto nos ayuda a buscar un método de valoración más fácil de entender y aplicar, a fin de evaluar los riesgos que se puedan presentar después de un cierre de la actividad minera, tal como sucede en las instalaciones de antiguos residuos mineros.
  
- Yana (2019), en su trabajo de investigación “Plan de cierre de relaveras auríferas de la planta de beneficio minera Españolita S.A. se propuso como problema principal ¿Evaluando el desarrollo del Plan de Cierre nos

permitirá determinar las estrategias, criterios y medidas viables para el cierre definitivo de las instalaciones de las relaveras? Y como objetivo general implementar las acciones que deben ser efectuadas por el titular minero a fin de rehabilitar las áreas utilizadas o perturbadas por la actividad minera. Cuya metodología es descriptiva de tipo aplicativo, la muestra de la investigación estuvo conformada por los elementos físicos involucrados en el depósito de relaves de la Planta. Obtuvo como resultado que en la simulación de estabilidad indican que el depósito de relaves en su condición de almacenamiento total es estable bajo condiciones estáticas, el depósito experimenta factores de seguridad ligeramente superiores a la unidad. Llegando a la conclusión que los aspectos que están siempre presentes son la protección de los recursos del agua, suelo, aire, flora, fauna y el aspecto social; así como darle un uso beneficioso a los terrenos ocupados por la relavera, después del cierre.

- Jurado (2005), en su tesis sobre el “Plan de cierre de la presa de relaves de la mina de oro de Salsigne – Francia”, donde se realiza el siguiente planteamiento: Por disposición prefectoral N° 99.1333, promulgada el año 1999-2000 la operación en el depósito de L'Artus está autorizada para poder rehabilitarla, pero considerando los parámetros más relevantes de la ley francesa que parametriza los estatutos, el coberturado de los laterales y canchas del material estéril y su conformación en el área de influencia. Las investigaciones sobre los depósitos de relaves, permitieron apreciar algunas deficiencias en lo que respecta a su estabilidad física. Por ejemplo, En la mayor parte de casos los taludes presentaban pendientes, con rangos que oscilaban entre 12° y 30° y la capacidad de la presa era de 7'5400.000 toneladas de desmonte. Como consecuencia de ello, y aun cuando la posibilidad de licuefacción es nula los taludes podían constituir un riesgo en caso de probables eventos pluviométricos de mayor importancia y/o riesgos de la actividad erosiva. Inicialmente se llevaron a cabo obras de estabilización hidrológica, física y química Mediante un proceso de corte y relleno compensado, además de la construcción de bermas con medidas entre 3 y 6 m de ancho; se ha ido cortando la

pendiente con el objeto de minimizar el riesgo de derrumbe. Se instaló canales para poder encauzar las aguas que afectan el material de la zona (desmante). Por este medio, Se colecta el agua, se conduce y finalmente se evacua el agua fuera de la desmontera. Adicionalmente, se ha construido una poza de monitoreo para el control de las aguas de percolación. El depósito de L'Artus ha sido dotado asimismo de una cobertura técnica adecuada, en una extensión de 36 Has. La mencionada cobertura se realizó una capa de material del lugar Esquistos, marnos \_ calcarlos y escorias la de 0.30 - 0.40 m. De grosor y, por último, material orgánico con una capa mínima de 10 cm Por último, se ha procedido a revegetar la superficie con pasto cultivado (rye grass), y con diferentes especies de pastos nativos del lugar. De esta manera la sociedad de Minas de Salsigñe (MOS) al asumir con responsabilidad y decisión los trabajos técnicos necesarios para remediar la zona disturbada por esta presa de relaves, ha buscado no sólo sentar precedentes respecto del estricto cumplimiento que debe darse a las obligaciones derivadas de la normatividad ambiental Francesa vigente de protección al medio ambiente encuadrado en parámetros y objetivos que permitan alcanzar la metas con desarrollo.

- Maximiliano (2009), en su trabajo de investigación “Gestión del proyecto presa de arranque para el depósito de relaves Argentina”, donde se describe el Plan de Gestión del Proyecto Presa de Arranque para el depósito de relaves en Argentina, considerando los conocimientos, técnicas y herramientas con el fin de ser una guía útil para futuros proyectos, sabiendo la importancia de estas estructuras para la conservación del medio ambiente y el rol protagónico de la Minería en Argentina. El desmante es el producto de la operación minera, por décadas se tuvo como desmontera la cancha de Ticlacayán, Malauchaca y San Felipe, con un volumen máximo de desmante, por lo que se necesitaba otra cancha con mayor capacidad para el desmante. Paralelamente, se continuaron con los estudios de alternativas para el futuro de la operación de las Unidades Mineras de Argentina y se encontró la zona ubicada En el inicio de la quebrada (parte superior). Llegando a

concluir que la propuesta contempla asimismo desplazamiento de tierras para las plataformas de las estructuras de la red de Impulsión de relaves, asimismo como la ruta de impulsión, la realización de la disposición de la red de impulsión de relaves y la ruta de impulsión que será necesaria para el inicio de esta estructura ingenieril importante.

## **A nivel Nacional**

- Ledesma (2018), en su tesis “propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras”. Su problema de investigación fue ¿En qué medida favorece la propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha- ¿Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras? Su objetivo general fue determinar en qué medida favorece la propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental basada en experiencias exitosas en empresas mineras. Su metodología de estudio fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo – explicativo, y de método científico; el diseño de la investigación fue el no – experimental, y la población estuvo conformada por el depósito de relaves Quiulacocha. Los resultados que obtuvo fue que todas las plantas prosperaron y se evaluó a las especies en cuanto a profundidad de raíces, biomasa, tamaño, diámetro de tallo y cobertura. Los resultados muestran que las especies que más se adecúan a la fitostabilización en la superficie de la relavera es el kiyuyo y trébol, también que, de un total de 41 especies colonizadoras espontáneas de depósitos de relaves evaluados en cuanto a su tolerancia al cobre, un 42% mostró tolerancia, 12% mostró alta tolerancia a este elemento. Llegando a la conclusión que el depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco, tiene un área de 116,89 hectáreas y contiene una masa aproximada de 78,7 millones de toneladas de relaves sulfurados reactivos que está contaminando e impactando severamente el ecosistema de la cuenca del río San Juan, con generación de drenaje ácido de mina.

- Villanueva y Sánchez (2016), en su trabajo de investigación “Diseño de tratamiento pasivo después del plan de cierre de mina”, La presente tesis tiene por finalidad la evaluación cualitativa y cuantitativa, mediante drenes de caliza el proceso de neutralización del drenaje ácido de minas (DAR), principal producto de las operaciones mineras después del cierre de la mina. La generación de aguas ácidas constituye un efecto ambiental importante por su bajo pH y su alto contenido de metales pesados y partículas en suspensión originando impactos negativos en el medio ambiente. El diseño y la construcción de sistemas de tratamiento pasivo sigue siendo una tecnología en proceso de desarrollo, es por aquello que esta investigación evalúa el tratamiento pasivo para la neutralización de las aguas ácidas mediante los drenes de caliza, determinando la tasa de tratamiento de agua ácida por medio de trabajos experimentales de campo y laboratorio, teniendo en cuenta las diferentes modificaciones durante la etapa de diseño y monitoreo de variables como dimensionamiento del canal, caudal de diseño (Q), perímetro mojado (PM), radio hidráulico (R), tirante (y), caudal por Manning (Q'), potencial de hidrógeno (pH ), tiempo de contacto (Tc), volumen de agua tratada (Vt), pendiente (S), velocidad para finalmente determinar la tasa de Tasa de Tratamiento de (Ta) en litros/m<sup>2</sup>/s. Es indispensable que el efluente cumpla con los límites máximos permitidos en la DS 010-2010-EM/VMM, con los estándares de calidad establecidos en la ley General de Aguas en el cuerpo receptor, asimismo con el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Dentro del Plan de Cierre de Mina, las alternativas de tratamiento pasivo para su implementación en área de cierre son favorables, los sistemas pasivos incluyen poco mantenimiento a largo plazo, por lo tanto, cumplen con el objetivo de cierre de tipo abandono que el tratamiento de lodo de alta densidad o las formas alternativas de tratamiento activo. En los casos de las minas peruanas, ubicadas en los andes y la selva alta, podría resultar muy difícil, adoptar un abandono simple, si no se considera realizar operaciones de mantenimiento después del mismo, a menos que se preste una cuidadosa atención a la planificación del cierre. Es difícil lograr la estabilidad química de los depósitos de desmonte, pilas de lixiviación,

depósitos de relaves y paredes rocosas de las minas, su mantenimiento es costoso por tratarse de climas húmedos.

- Bazán y Vásquez (2018) en su trabajo de investigación sobre “Influencia de medidas de mitigación de impactos ambientales para el cierre de minas en la mina de carbón Juana, Cajamarca”. Donde los investigadores se basan en determinar el nivel de influencia de las medidas de mitigación de impactos ambientales para el cierre de minas en la mina de carbón Juana, Cajamarca 2018. El fin del trabajo será identificar los impactos ambientales y los riesgos asociados a la operación minera, elaborar un programa de medidas para la minimización y prevención de los impactos y los riesgos asociados. El planteamiento de esta tesis explica que si se elabora un plan de cierre de mina se logrará mitigar y corregir los impactos ambientales y riesgos ambientales que se generan en la mina de carbón Juana. Con esta tesis se explican los impactos al ambiente físico, tales como al agua, aire y suelo; dentro de los impactos biológicos tenemos a la fauna y la flora; finalmente se determinaron los impactos sociales que la mayoría de las veces son positivos ya que se considera que son una fuente generadora de empleo. Con el enfoque global se concluye que estas actividades tienen un impacto entre moderado a leve. El plan de medidas para la mitigación y corrección de los impactos ambientales y los riesgos asociados. Se elaboró basado en el programa de control y mitigación, programas de educación social y educación ambiental; como una de las fases culminantes tenemos la revegetación.
- Gordillo (2007), en su trabajo de investigación sobre “Evaluación de los impactos ambientales y plan de cierre de mina en minera Barrick Misquichilca – Pierina”, Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM) - Pierina es una compañía minera aurífera que está ubicada en la cordillera de los Andes, (Cordillera Negra) Departamento de Ancash, a 10 Km. al NO de Huaraz. Pierina exhibe tres tipos de litología que son cronológica y petrográficamente distintas: rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas porfiríticas. El yacimiento es algo singular en el área, por tratarse de un depósito de oro en un sistema sulfato ácido, la geología de la zona alrededor de Pierina son rocas sedimentarias

que afloran en el valle de Cuncashca. Las exploraciones iniciales cubicaron 6.5 millones de onzas en reservas auríferas con una ley promedio de 2.71 g/t de Au. Las operaciones se iniciaron en Abril de 1998 y garantizaba una vida útil de la mina de 11 años, se explota a tajo abierto y las principales operaciones son: exploración, perforación, disparo, carguío, acarreo, chancado primario y secundario, lixiviación en pilas, proceso Merrill-Crowe y fundición. Está ubicado en una zona en la cual la actividad tectónica se manifiesta como temblores y terremotos, a una altura de 3,800 a 4,200 m.s.n.m. y temperaturas que varían de 2 °C a 12°C y precipitaciones entre 1200 - 1400 mm/año. Son tres los cuerpos de agua superficiales que forman los límites naturales del sistema local de flujos de agua subterránea: el Río Santa, el sistema de la Quebrada Cuncashca-Río Llancash y el de la Quebrada Pacchac. La flora registrada en el área durante el estudio de línea de base consistió en 285 especies, los cultivos principales son: papas, maíz, cebada, trigo, habas, arvejas, y el tarhui. 76 especies de vertebrados se registraron: 16 mamíferos, 56 aves, 2 reptiles y 2 anfibios. El plan de manejo ambiental del Tajo Abierto, Desmontes, Pilas de Lixiviación, y la matriz de evaluación de impactos ambientales orientan el desarrollo del Plan de Cierre. El Plan de Cierre de Mina es planificado de sus inicios y se hace progresivamente con los Botaderos de desmonte, Pilas de lixiviación y Tajo, en los cuales se hace remediación y revegetación con especies de la zona, El costo total del Plan de cierre de mina se estima en 72 millones de dólares y se colocará 8'000,000 de m<sup>3</sup> de tierra vegetal (top soil) para cubrir todas las áreas del plan de cierre con una capa de espesor de 20 a 30 cm.

- Gómez (2013) en su trabajo de investigación sobre “Cierre de bocaminas y chimeneas de la Zona de San Rafael – Puno”, donde el investigador con la tesis tiene la finalidad de formar un plan de mitigación, prevención y control de los pasivos ambientales mineros, en el cual se enfoca el presente trabajo de investigación, “CIERRE DE BOCAMINAS Y CHIMENEAS DE LA ZONA DE SAN RAFAEL - PUNO”. La mina San Rafael, propiedad de MINSUR S.A., está ubicada en el Departamento de Puno, en el nevado de Quenamari de la Cordillera de Carabaya, un segmento de la cordillera Orient.al, a una altitud

de 4,500 m.s.n.m. Esta mina tiene mayor porcentaje de estaño en el Perú. MINSUR S.A. (Mina San Rafael), elaboración de la Ingeniería de Detalle para el Cierre Progresivo de los Pasivos Ambientales de la Mina San Rafael, compuesto por 35 bocaminas y 22 chimeneas, de manera que los potenciales impactos que se vienen generando. En el área de influencia del proyecto, se distingue dos rasgos topográficos saltantes: hacia el nevado Quenamari, abrupto, con cerros altos, de laderas pronunciadas y fuertes escarpas, que en su conjunto configuran un circo glaciar en cuyo fondo se ubica la laguna de Chogñacota. Zona de descarga del agua, topografía ondulada, con laderas de pendientes mínimas, conformando valles en forma de “U” característico de glaciares. El área de reconocimiento está constituida por la facie metamórfica con rocas cuyas edades corresponden al Devónico - Silúrico del Paleozoico inferior, en forma localizada intermitente afloran las rocas intrusivas en forma de plutones y stocks; aisladamente existen diques volcánicos. Los tapones de concreto funcionan para el bloqueo indefinido de las chimeneas. Estas tapas son prefabricadas o vaciadas en el sitio y se diseñan para cada tipo de chimeneas de acuerdo a las condiciones del sitio y el tamaño.

## **2.2.- Marco Conceptual**

### **2.2.1.- El desmonte**

Según (Ward Wilson, 2007), el desmonte es un material estéril o mineral sobrante, producto de las operaciones o exploraciones donde se hace el corte de mineral, también el material de desbroce para poder llegar al mineral que se va a extraer. La relación entre la cantidad de desmonte y del mineral se denomina Stripping por lo tanto si se habla de un Stripping 3:1 representa 3 TM de desmonte por TM de mineral y esa es la nomenclatura que se usa normalmente en la industria”.

A diferencia del mineral que es extraído la mina depara su debido procesamiento, el desmonte o material estéril sigue otra ruta y requiere ser desechado de manera apropiada para asegurar

condiciones aceptables de seguridad y medio ambiente. Esto significa el acarreo y disposición de importantes cantidades de material que deben ser dispuestos en botaderos especialmente acondicionados para ello. El tipo de botadero dependerá principalmente de la caracterización del material de desmonte que va a depositarse en dicho depósito.

### **2.2.2.- Canal de coronación**

Para (Armijos, 2018), los canales de coronación son canales que se utilizan en combinación con los varios canales colectores en una red que traslada el agua de escorrentía o de lluvias hacia la zona de descarga. Las dimensiones y formas del canal de coronación o de los canales colectores varían de acuerdo a la zona de trabajo y al caudal que será encausado en el canal. Los canales son abiertos, ya que también deben captar aguas de lluvia. Los canales de coronación se materializan para encauzar el agua presente en la superficie, producto de las lluvias y de fuentes de agua en la parte superior y también para evitar la erosión del suelo, específicamente en zonas de mucha pendiente.

### **2.2.3.- Geomembrana**

Según (Huahuacondori, 2014), las geomembranas son productos adaptados a la ingeniería civil, delgadas, continuas estancas a los líquidos. Hoy en día no se determina como geomembranas las piezas de menos de 01 milímetro de espesor tampoco los que se instalan y se aseguran únicamente con material arcilla por capas compactadas en el terreno.

Mayormente las geomembranas están fabricadas de polietileno, de alta y de baja densidad (HDPE, VFPE), de elastómero bituminoso, de polipropileno (PP) o en cloruro de polivinilo (PVC).

Por recomendación se almacenan como rollos de longitud y altura

diferentes de entre 1 m hasta 10 m para las geomembranas bituminosas entre 7,5 m hasta 200 m para las geomembranas de polietileno, por ejemplo.

Su campo de acción o uso es en la ingeniería civil, la construcción, agricultura, medio ambiente, minería y en la industria. A menudo son termosoldables para realizar las uniones en condiciones de calidad y fiabilidad óptimas.

Se utilizan generalmente para impermeabilizar terrenos tanto el interior como del exterior”.

#### **2.2.4.- Aguas acidas**

Para (Candorin, 2007), las aguas ácidas se denominan los fenómenos que puede originarse de forma natural en cualquier zona de origen acuífera. Estas aguas se generan a través de la oxidación química y biológica de sulfuros metálicos como pirita o pirrotita que generalmente se encuentran en basureros, relaves, basureros municipales, entre otros”.

“Las aguas acidas pueden ser una amenaza latente cuando no son controladas ni se plantea alternativas de mitigación, sobre todo para los cursos de agua natural, además:

- El agua impactada se convierte en corrosiva.
- A medida que la solubilidad de los metales pesados aumenta, las aguas llegan a ser más tóxicas.
- La presencia de las aguas ácidas contamina de forma irreparable los cursos de agua natural.
- Afectan la calidad de las aguas subterráneas, superficiales y acuíferos.
- Las comunidades locales también se ven perjudicadas, ya que no podrían utilizar el agua para ningún tipo de actividad.
- El ecosistema fluvial se va degradando, hasta que no se puedan mantener ninguna forma de vida acuática.

Las formas de prevención y/o mitigación son:

- Identificar los cursos de agua y las concentraciones.
- Detectar las probables zonas generadoras de contaminación a los cursos de agua.
- Controlar la red hidráulica del entorno de forma constante.
- Construir barreras a penas el problema es detectado.
- Concentrar los efluentes y aislarlos del entorno en el que se encuentra.

### **2.2.5.- Concreto**

(López, 2003), describe al concreto como un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade áridos (agregado), agua y aditivos específicos.

El concreto es, la mayoría de las veces, cemento (principalmente cemento Portland) mezclado con una mezcla proporcional de agua para que se produzca el efecto de hidratación. Las partículas de agregados, dependiendo básicamente de su diámetro medio, son los áridos (que se clasifican en grava, gravilla y arena). La mezcla únicamente de cemento con arena y agua (sin la adición de agregados) se clasifica como mortero. Existen concretos que se originan con la mezcla de otros conglomerantes que no son cemento, como el hormigón asfáltico que utiliza betún para realizar la mezcla. Cuando es elaborado con cemento Portland se le suele comúnmente llamar mezcla o cemento (en países como Venezuela).

El cemento es uno de los materiales con bastante polvo que por sí solo no es aglomerante, y que, mezclándolo con agua, al combinarse se convierte en una mezcla moldeable con propiedades adherentes, que en pocas horas fragua y se endurece, tornándose en un material de consistencia como la de una piedra. El cemento consiste esencialmente en silicato cálcico hidratado (S-C-H). Este compuesto

es el principal responsable de sus características adhesivas. Se denomina cemento hidráulico cuando el cemento, resultante de su hidratación, es estable en condiciones de entorno acuosas. Además, para poder variar sus características o comportamiento, se le pueden agregar aditivos o aglomerantes (en cantidades inferiores al 1 % de la masa total del concreto), existen una gran cantidad de aditivos: colorantes, aceleradores y retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

#### **2.2.6.- Aditivos para concreto**

Para (Cánovas, 2008), los aditivos para hormigón (concreto) son compuestos de origen orgánico (resinas) o a veces inorgánicos, donde su adición tiene como objeto modificar las propiedades exteriores de los materiales conglomerados en estado reciente fresco. Se suelen presentar en forma de polvo o de líquido, como emulsiones.

La mayoría de aditivos mejoran las propiedades del concreto, entre las que se encuentran:

- Resistencia.
- Durabilidad.
- Flexibilidad.
- Consistencia.
- Duración de preparación.
- Trabajabilidad, etc.

#### **2.2.7.- Encofrado**

Según (Yábar, 2005), un encofrado es el sistema de moldes temporales o permanentes que se utilizan para dar forma al concreto, en este caso para darle las formas a las paredes, pisos, sardinel y gradas de disipación del canal.

### **2.2.8.- Sedimentos**

Para (Montero, 2016) el sedimento es un material sólido acumulado sobre la superficie de los cauces de agua naturales o también en los canales construidos por la mano humana.

Los sedimentos permaneces apelmazados durante tiempos largos, además, pueden variar por fuerzas exteriores como el viento o el curso del agua, tanto de forma superficial, justo después de las lluvias, o por cursos de agua (ríos y arroyos). Este cambio en los sedimentos muchas veces es conocida como erosión, erosión eólica, en el primer caso, o desintegración del suelo y erosión fluvial en el segundo caso.

En el caso de canales se acumulan sedimentos por el paso de agua a través del cauce, y periódicamente se realizan limpieza de los canales para evitar que estos se saturen de material.

### **2.2.9.- Plan de cierre de minas**

Según (Picardo, 2013), la compañía de Minas Buenaventura S.A.A. (CMBSAA), en concordancia con su Política Ambiental y en cumplimiento con las normas legales vigentes (Ley que regula los pasivos ambientales mineros – Ley N° 28271, su modificatoria Ley N° 28526 y su Reglamento D.S. N° 059-2005-EM), ha elaborado el plan de cierre de los pasivos ambientales mineros generados por CMBSAA, que actualmente se encuentran en sus concesiones y aquellos existentes en concesiones de terceros.

El presente plan de cierre de Pasivos Ambientales Mineros (PAM), está dirigido a conseguir un cierre planificado de los componentes de los PAM, existentes en el área de Huachocolpa, con la finalidad de reducir los riesgos a la salud, el ecosistema y la propiedad.

Bajo esta premisa, el plan permitirá plantear las actividades de cierre a nivel de factibilidad, dejando las bocaminas, chimeneas, trincheras,

depósitos de desmonte, restos de instalaciones, física, química, hidrológica y biológicamente estables.

Los accesos de preferencia serán transferidos a la comunidad, previo convenio y habilitación de los mismos.

Para ello, se ha realizado un Inventario detallado de todos los componentes identificados como PAM y se han evaluado las condiciones actuales del área de estudio, en sus ambientes físico, biológico y social, asimismo se proponen las actividades de cierre de los PAM, tales como:

- Desmantelamiento.
- Demolición, recuperación y disposición.
- Rehabilitación a su estado original (Estabilización física, geoquímica, biológica).
- Revegetación.
- Programas sociales.

Finalmente se plantean las actividades de mantenimiento y monitoreo post cierre, incluyendo el cronograma y presupuesto requerido para su ejecución.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1.- Método de estudio:**

Este informe técnico se desarrolla utilizando el método general el científico teniendo un enfoque cuantitativo.

#### **3.2.- Tipo de estudio:**

Hernández, Fernández y Sampieri (2014) El tipo de investigación es aplicativo/tecnológica porque tiene como finalidad solucionar problemas utilitarios donde su finalidad no es descubrir nuevas leyes ni causalidades si no la de reconstruir procesos en función de descubrimientos ya realizados para producir sistemas duros y blandos: máquinas y equipos, procesos y programas.

#### **3.3.- Nivel de estudio:**

Hernández, Fernández y Sampieri (2014) El nivel de investigación es descriptiva - explicativa donde se utilizará la investigación básica para obtener nuevos conocimientos a favor de la humanidad, ecología y el resto del mundo.

#### **3.4.- Diseño de estudio:**

Hernández, Fernández y Sampieri (2014) El diseño no experimental – Longitudinal, debido a que las variables independientes ya no se manipulan porque ya se han ejecutado, y donde el propósito es describir variables, y analizar su incidencia e interrelación en dos momentos antes y después de aplicar un factor.

### **3.5.- Población y muestra**

#### **Población**

La población de estudio estuvo constituida por los canales de recolección de aguas de 2 145.00 ml, ubicado en la zona de Huayllacruz, Distrito de Huachocolpa, provincia de Huancavelica, región de Huancavelica.

#### **Muestra**

El tipo de muestro fue el no probabilístico, aleatorio o dirigido, y que para este informe se seleccionó 568.00 ml de canal principal y/o canal de coronación.

### **3.6.- Técnica e instrumentación de recolección de datos**

Para la ejecución del proyecto se ha considerado las etapas de laboratorio, campo, gabinete y elaboración de informe tal como se muestra en el siguiente cuadro:

- **Pre campo**

Recopilación de información ubicación, localización, población existente, principales actividades de desarrollo económico y social.

- **Campo**

- Levantamiento topográfico-
- Estudio de Mecánica de Suelos.
- Toma de muestras del aire, agua y suelo.
- Replanteo para la ejecución del proyecto.

- **Elaboración de informe**

Elaboración del marco teórico.

Redacción de los resultados, discusiones, conclusiones, recomendaciones y anexos.

### **3.7.- Técnicas para los procesamientos y análisis de las informaciones**

Pasos: “Agrupar y estructurar los datos obtenidos en el trabajo de campo Definir las herramientas y programas estadísticos para el procesamiento de los datos”. “Obtener los resultados mediante ecuaciones, gráficas y tablas. Luego de realizarse un análisis detallado, de los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento, se procederá a agrupar las conclusiones en torno a las áreas de diagnóstico contemplados en los objetivos de la investigación”.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL INFORME**

#### **4.1.- Antecedentes del proyecto:**

El presente informe nace con la finalidad de explicar los trabajos ejecutados y resultados obtenidos del proyecto “Cierre del depósito de material estéril Huayllacruz”, donde se realizó la construcción del canal de coronación y la instalación de Geomembrana.

La zona Huayllacruz, es un punto de acopio donde se llevó el desmonte generado por los trabajos en las minas aledañas (Mina Esperanza, Mina Eugenia, Mina Rico Antimonio, Mina Española), con lo cual se obtuvo una desmontera de grandes dimensiones.

- PERÍMETRO = 1 176.00 m.
- ÁREA = 63 274.81 m<sup>2</sup>.
- VOLUMEN = 221 460.84 m<sup>3</sup>.

Las especificaciones del proyecto, se tomaron en referencia al Expediente Técnico “RECRECIMIENTO DEL DEPOSITO DE MATERIAL ESTERIL HUAYLLACRUZ U.M. RECUPERADA”, elaborado y presentado por GEHA “Geotécnica & Hidráulica Ambiental”.

#### **4.2.- Resultados**

Proceso de ejecución:

##### **4.2.1.- Diseño hidráulico del canal de coronación**

Para la elaboración del expediente técnico se requiere primero el diseño propio del canal, el cual va a ser determinado con cálculos hidráulicos, con datos recopilados en campo.

A continuación, serán descritos el análisis y los cálculos del canal de coronación:

#### **4.2.2.1.- Área mínima de diseño**

Para (Chow, 2004), el diseño de un canal requiere de una serie de iteraciones a partir de una sección transversal del canal, la cual como mínimo debería tener una superficie igual o mayor a la calculada según la ecuación.

$$A_{min} = Q_{max}/V_{max}$$

#### **4.2.2.2.- Diseño de la sección transversal**

Una vez que ya conocemos los parámetros; gasto máximo, velocidad máxima y área mínima, se deberá realizar una serie de iteraciones, de sucesivas secciones transversales a fin de encontrar aquella sección que sea capaz de trasladar de manera segura el caudal para el cual se diseña. (Chow, 2004).

Se deberá considerar, para una misma sección transversal, aquella capaz de trasladar un mayor caudal, es decir, la que posea el mayor radio hidráulico.

Para lo antes descrito se proponen los siguientes pasos a seguir:

Selección del área, se recomienda un área igual o superior al área mínima de diseño.

Determinación de parámetros de la sección transversal bases y taludes según las condiciones del terreno.

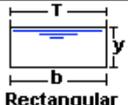
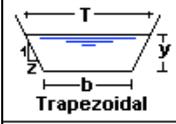
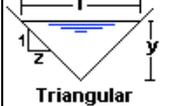
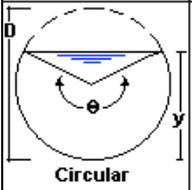
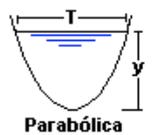
Cálculo de los parámetros de tirante del canal, superficie libre, talud y radio hidráulico.

Asignación de la pendiente hidráulica del canal (según las condiciones del terreno) y determinación de un coeficiente de rugosidad n.

Cálculo del caudal y velocidad de transporte del canal.

Si el canal no satisface las especificaciones técnicas, se propone un nuevo diseño según las opciones.

Clasificación por diseño hidráulico (Tipos de secciones de canales hidráulicos).

Tipo de sección	Área A (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	$by$	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	$b$
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	$zy^2$	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3} Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

### Capacidades del canal diseñado.

Una vez diseñada la sección transversal del canal, es asignada una pendiente, se determina el coeficiente de rugosidad que corresponde a las condiciones del terreno, con estos valores se

calcula la velocidad y el caudal que transportara el canal por medio de la ecuación de Manning.

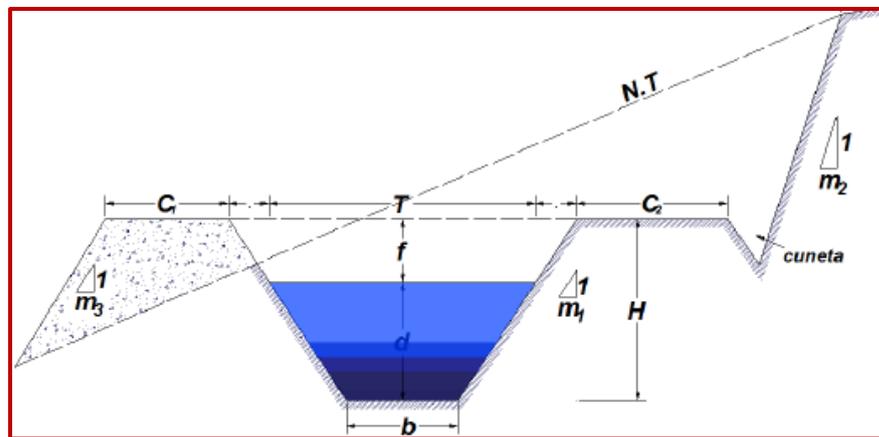
<b>"n" de Manning para canales sin revestir</b>		
<b>Item</b>	<b>Material</b>	<b>n</b>
01	Arena fina coloidal	0.020
02	Marga arenosa no coloidal	0.020
03	Marga limosa no coloidal	0.020
04	Limos aluviales no coloidales	0.020
05	Marga firme ordinaria	0.020
06	Ceniza volcanica	0.020
07	Arcilla rigida muy coloidal	0.025
08	Limos aluviales coloidales	0.025
09	Esquitos y subsuelos de arcilla dura	0.025
10	Grava fina	0.020
11	Marga gradada a cantos rodados no coloidales	0.030
12	Linos gradados a cantos rodados coloidales	0.030
13	Grava gruesa no coloidal	0.025
14	Cantos rodados y ripios de canteras	0.035

Tablas a utilizar para el diseño hidráulico del canal.

<b>COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE MANNING</b>		
<b>ITEM</b>	<b>CANALES ABIERTOS REVESTIDOS</b>	<b>COEFICIENTE (n)</b>
01	Metal	0.013
02	Cemento	0.011
03	Mortero	0.013
04	Concreto acabado a llana	0.013
05	Concreto acabado en bruto	0.017
06	Gunita	0.022
07	Ladrillo	0.015
08	Mamposteria	0.025

Velocidades máximas permitidas en canales

VELOCIDADES MAXIMAS DE EROSION		
ITEM	CARACTERISTICAS DEL SUELO O DEL REVESTIMIENTO DEL CANAL	VELOCIDADES MAXIMAS EN M/S
01	Suelos limosos, turbas descompuestas	0.25 - 0.50
02	Arena arcillosa suelta, arcilla blanda	0.70 - 0.80
03	Turbas fibrosas poco descompuestas	0.70 - 1.00
04	Arcillas arenosas medias compactas	1.00 - 1.20
05	Arcillas duras	1.20 - 1.80
06	Encespado	0.80 - 1.00
07	Conglomerados	1.80 - 2.40
08	Madera cepillada	6.00 - 6.50
08	Concreto f'c 140 Kg/cm <sup>2</sup>	3.80 - 4.40
09	Concreto f'c 210 Kg/cm <sup>2</sup>	6.60 - 7.40
10	Plancha de acero	12.00 - 30.00



#### 4.3.- Diseño del expediente técnico

Para la elaboración del proyecto de Huayllacruz, primero Compañía minera BUENAVENTURA presentó una licitación para la preparación del expediente técnico correspondiente, presentando el proyecto ganador la empresa: GEHA (Geotécnica e Hidráulica Ambiental).

La empresa GEHA presentó los siguientes lineamientos de proyecto:

##### Especificaciones técnicas:

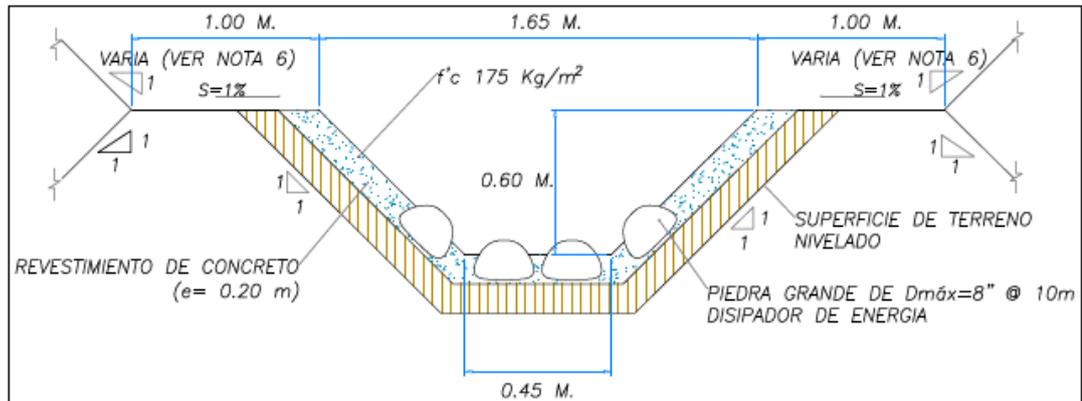
- Todos los materiales deberán ser colocados de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto.
- Los datos de replanteo deberán ser aprobados por la supervisión antes de la construcción, si la topografía existente es diferente a la mostrada en los

planos, el contratista deberá ajustar el diseño a las condiciones de campo, previa autorización de la supervisión.

- Todo material inadecuado encontrado durante la construcción, deberá ser removido y reemplazado con relleno común compactado tal como sea requerido por la supervisión.
- Los canales deberán contar con un plan periódico de mantenimiento y en la zona de la descarga contar con protección contra erosión con enrocado (d50=0.15 m).
- Cuando los taludes de corte se encuentran en roca competente, según lo determine el Ingeniero, se usará taludes de 0.5H: 1V con banquetas intermedias de 2.0 m cada 5.0 m de altura.
- Las banquetas deberán contar con una inclinación de 2% en dirección a las cunetas de esorrentía.
- Se deberán colocar juntas de construcción a los canales cada 3 m, con resina epóxica para adherencia del concreto (TIPO SIKAFLEX U OTRO). El espaciamiento de la junta de construcción será de 1 pulgada.
- La resistencia del concreto para los canales de coronación, recolección y disipadores de energía, serán de  $F'C=175 \text{ kg/cm}^2$ , preparado con cemento tipo I, tener en cuenta que el contratista ejecutor deberá realizar un diseño de mezcla de acuerdo a su ubicación de cantera de agregados que se empleará, deberá ser aprobado por el supervisor.
- Los trabajos a desarrollar para las obras civiles en general, deberán ser ejecutados y supervisados por personal técnico con experiencia comprobada en este tipo de obras.
- Cualquier modificación a los diseños deberá hacerse con la participación de la supervisión.

#### **Planos de diseño:**

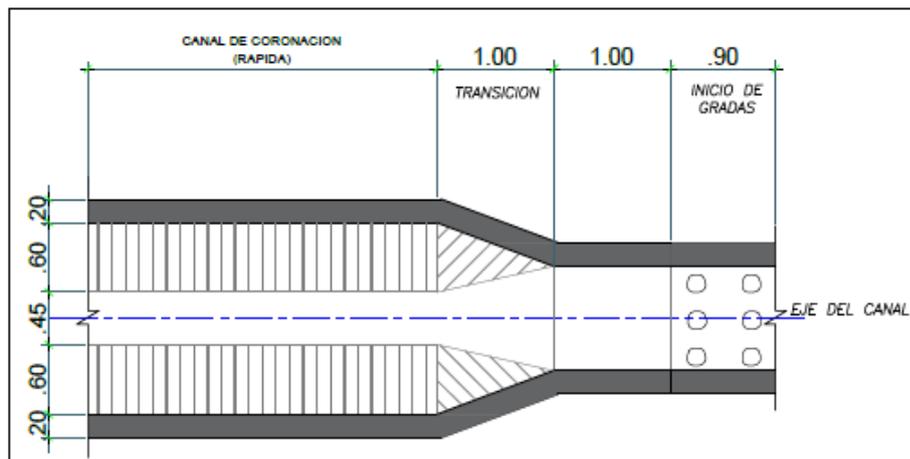
Se evidencia la sección inicial del canal de coronación, la cual va abarcar los 494.50 m iniciales del canal de coronación, con las características que se muestran:



**E** SECCION CANAL DE CORONACIÓN  
 119 PROG. 0+000 - 0+494.50

Figura 5 Sección 01 del canal de coronación

Al culminar el primer tramo, se observa una estructura de cambio de sección; que servirá para unir la sección 01 con la sección de las gradas de disipación, sin dejar espacios abiertos.



**B** TRANSICION DE ENTRADA DE CANAL DE  
 119 CORONACION A GRADAS DE DISIPACION  
 ESCALA = 1:50

Figura 6 Cambio de sección 01 a la sección 02 del canal de coronación

Luego de la estructura de cambio de sección sigue las gradas de disipación, la cual va a servir para disminuir la velocidad de la escorrentía, para evitar la erosión en los tramos finales del canal, este tramo tendrá las características que a continuación se muestran:

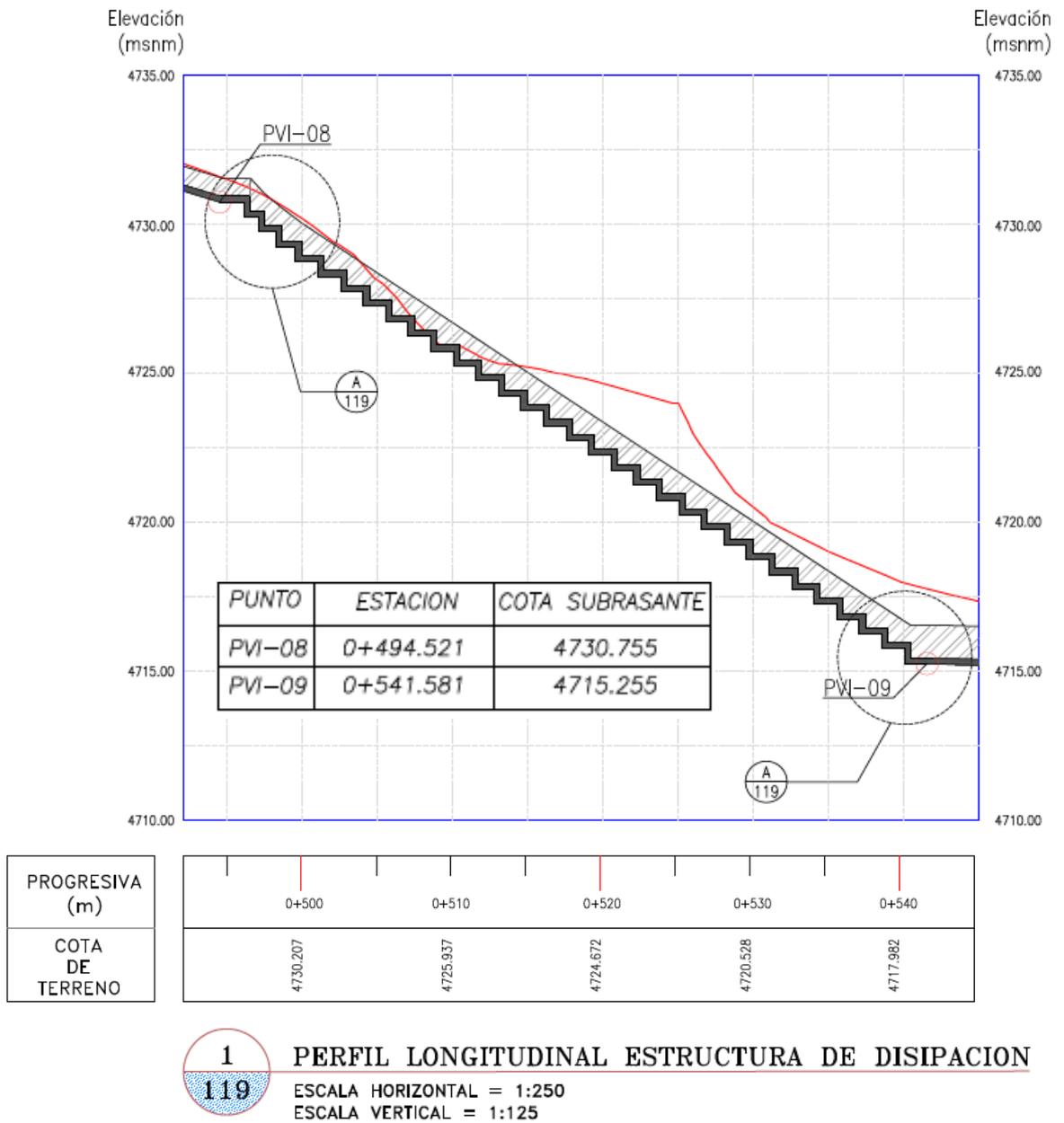
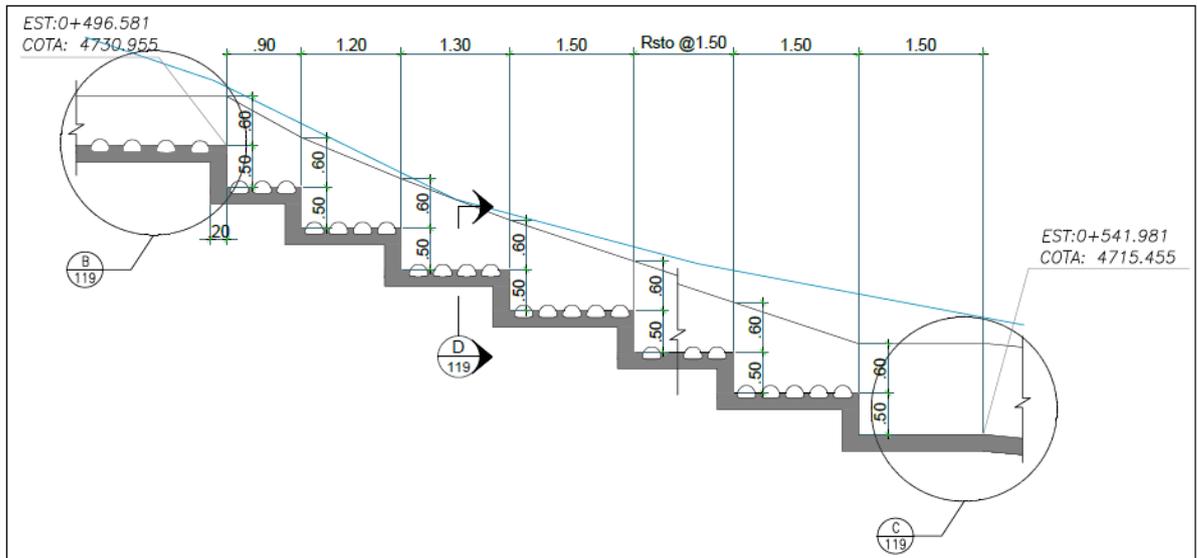
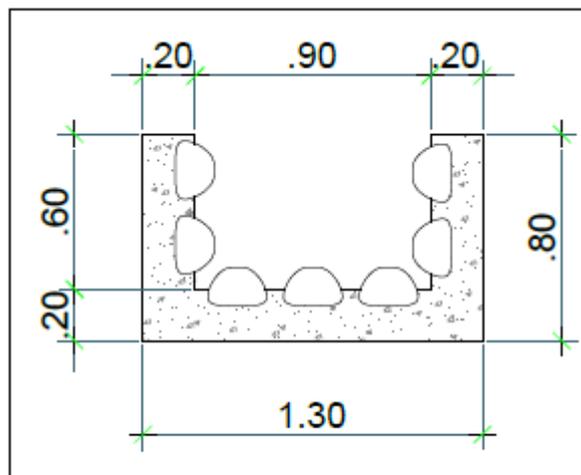


Figura 7 Sección 02 del canal de coronación (perfil longitudinal)



**A** **DETALLES DE GRADAS DE DISIPACION DE ENERGIA**  
**119** ESCALA = 1:50

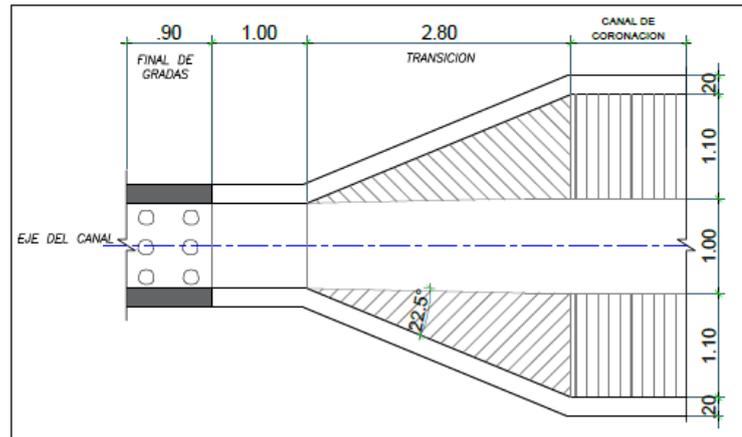
Figura 8 Detalle de la sección 02 (gradas de disipación)



**D** **SECCION TRANSVERSAL**  
**119** **GRADAS DE DISIPACION**  
 ESCALA = 1:25

Figura 9 Sección transversal de las gradas de disipación.

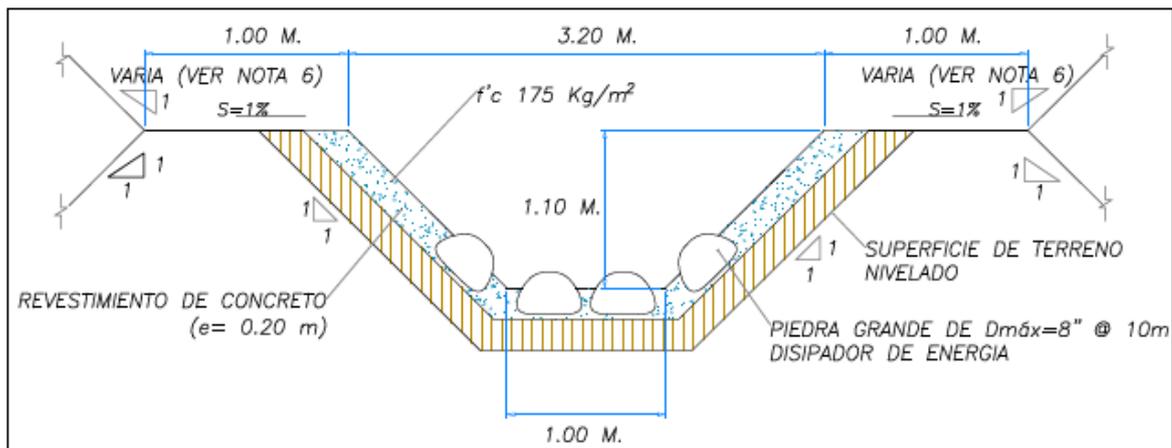
Luego de finalizado el tramo de gradas de disipación, viene el cambio y/o transición para la tercera sección, que va unir la sección de gradas de disipación con la tercera sección, sin dejar espacios abiertos.



**C** TRANSICION DE SALIDA DE CANAL DE CORONACION A GRADAS DE DISIPACION  
 ESCALA = 1:50

Figura 10 Cambio de sección 02 a la sección 03 del canal

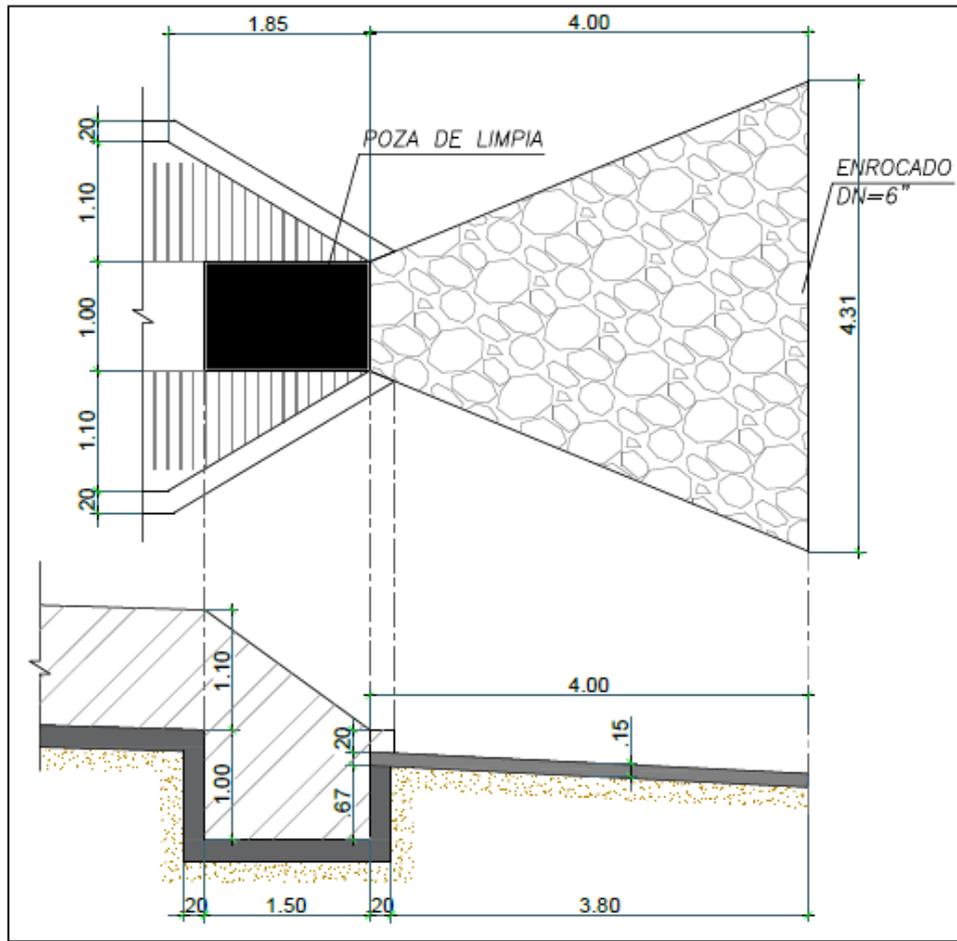
Como siguiente tramo se tiene la tercera sección, trapezoidal de mayor tamaño que la sección 01, para poder contener el flujo de agua que va descender.



**F** SECCION CANAL DE CORONACION  
 PROG. 0+541.60 - 0+568.00

Figura 11 Sección 03 del canal de coronación

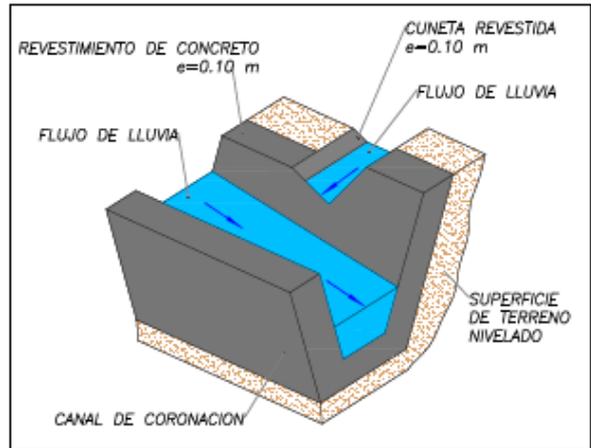
Como el último tramo del canal de coronación se tiene la poza de rebose (donde se va a acumular los sedimentos) y la estructura de entrega al bofedal.



**G** POZA DE LIMPIA Y ENTREGA AL BOFEDAL  
 ESCALA = 1:50

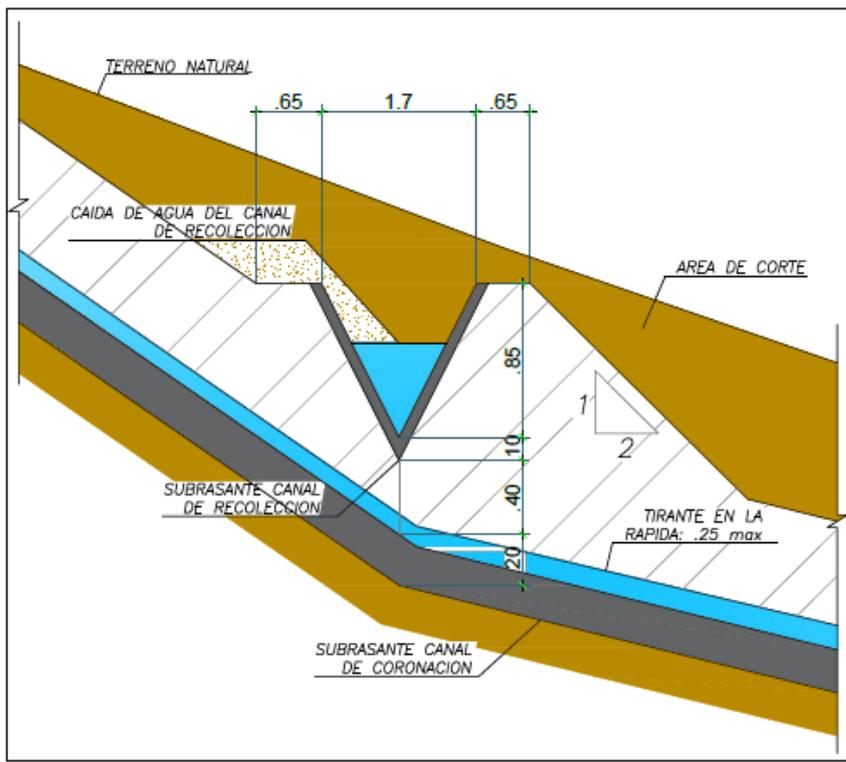
Figura 12 Entrega del canal de coronación hacia el bofedal

El canal de coronación va a tener canales colectores que van a desembocar directamente en cada banquetta, por lo cual se requiere las características de la llegada o unión del canal de coronación con sus canales colectores, las cuales a continuación se muestran.



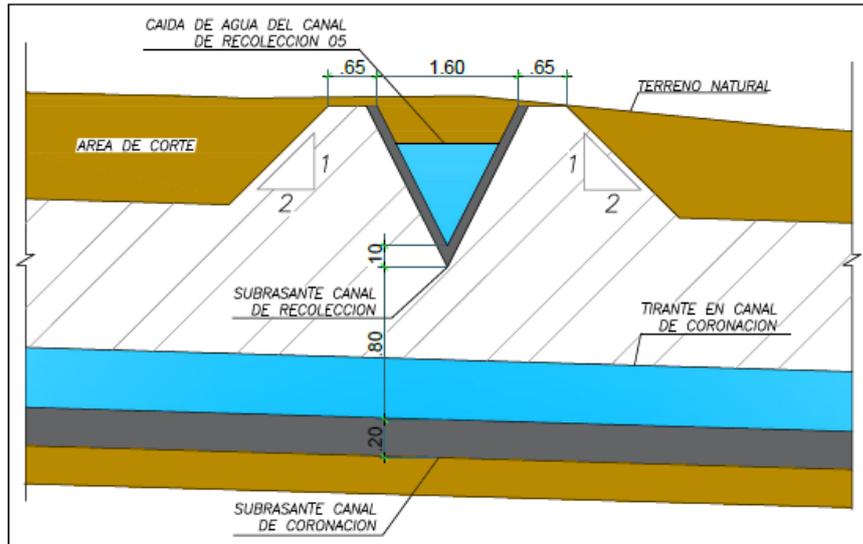
**4** LLEGADA DE CANAL DE RECOLECCION  
**119** A CANAL DE CORONACION

Figura 13 Llegada del canal colector 04 hacia el canal de coronación



**2** DIMENSIONES TIPICAS EN ENTREGA DE  
**119** CANAL DE RECOLECCION 01, 02 Y 03  
 A CANAL DE CORONACION

Figura 14 Llegada de los canales colectores 01, 02 y 03 hacia el canal de coronación.



**DIMENSIONES EN ENTREGA DE CANAL DE RECOLECCION 05 A CANAL DE CORONACION**

Figura 15 Llegada del canal colector 05 hacia el canal de coronación

#### 4.4.- Inicio de la construcción del canal

Los trabajos de adecuación se iniciaron con normalidad el día 05/07/17, cuando los equipos pesados (excavadoras) de la empresa “TRANSPORTES RIOS” realizaron la excavación de las zanjas del canal de coronación y de los canales colectores, guiados por los puntos topográficos.

##### 4.4.1.- Trazo del canal con apoyo topográfico y no topográfico

Una vez que se tiene el canal excavado, lo siguiente es darles la forma y pendiente correspondiente a todos los tramos del canal, para ello se solicita el apoyo de topografía para alinear el eje del canal, las curvas y las alturas adecuadas, la cual se ejecutó y se dejaron las plantillas adecuadas.

Con los puntos topográficos en el canal, se inició con los trazos en el canal de forma manual, con cordeles, yeso, flexómetros, plomadas, nivel de mano y de manguera, esto para iniciar con los trabajos de relleno del canal.

#### **4.4.2.- Construcción y colocación de cerchas (encofrado)**

Con los puntos topográficos marcados y trazados, lo siguiente es armar las cerchas (encofrados de sección) el cual llevara las medidas del concreto, así como las formas del canal.

Estas cerchas se ubicarán en cada punto topográfico y en cada curva presente en el eje, serán fijadas con estacas y piedras para dejarlas inamovibles y horizontales.

Se interconectará cada cercha con cordeles, las cuales dejaran los niveles de relleno que requiere el canal antes de los trabajos de concreto.

#### **4.4.3.- Relleno y compactado del canal con material arcilloso, morrena y piedra**

Teniendo como base las cerchas colocadas y ancladas, y con los niveles y alturas definidas, se empieza con el relleno y compactación del canal hasta alcanzar las alturas adecuadas.

En ocasiones que se requiere más de 0.40 m de relleno, se coloca piedras y la última cada de material fino, y si la altura es de aproximadamente 0.10 m, solamente se coloca material fino de relleno.

El material que se empleó para el relleno y compactado del canal es arcilla y/o morrena, que se obtuvo de la propia zona y también de préstamo.

La compactación se realiza con moldes de madera en los taludes, y con equipos compactadores el piso y las bermas.

#### **4.4.4.- Colocación del encofrado para inicio de vaciado del canal**

Una vez que se tiene todo el tramo de canal con el relleno con las alturas adecuadas, se iniciará con la colocación del encofrado (cerchas) a cada 3 m, esto porque el canal será vaciado en tramos y también para dejar los espacios suficientes para la colocación de las juntas de dilatación.

#### **4.4.5.- Instalación de geomembrana en el canal**

Se realizó la instalación y despliegue de geomembrana HDPE, cada rollo de geomembrana se desenrolló en la desmontera, soldándolos con los equipos especiales para dicho fin.

Se realizó la unión de concreto con geomembrana, con los cuidados respectivos buscando impermeabilizar cada parte de la desmontera con la geomembrana y con el canal de concreto.

#### **4.4.6.- Vaciado del concreto en el canal**

Se inició el vaciado del canal en los últimos días del mes de agosto 2017, este se realizó con mezcladoras de concreto tipo trompo, y con el traslado y vaciado con el uso de carretillas.

El vaciado del canal se realizó por paños intercalados, cada uno de estos de 3 m de longitud.

En total existieron 3 tipos de sección de canal, la 1ra sección trapezoidal, la 2da en forma de gradas de disipación y la 3ra sección de forma trapezoidal más grande que la primera sección.

Sección 01 del canal de coronación.

- Longitud final de la sección 01 del canal: 494.50 m (0+000 - 0+494.50)
- Ancho inferior: 0.45 m.
- Ancho superior: 1.65 m.
- Altura: 0.60 m.
- Espesor del concreto: 0.20 m.

Sección 02 del canal de coronación (gradas de disipación).

- Longitud final de la sección 02 del canal: 47.10 m (0+494.50 - 0+541.60)
- Ancho inferior: 0.90 m.
- Ancho superior: 0.90 m.
- Altura: 0.60 m.

- Espesor del concreto: 0.20 m.

Sección 03 del canal de coronación.

- Longitud final de la sección 03 del canal: 26.40 m (0+541.60 - 0+568)
- Ancho inferior: 1.00 m.
- Ancho superior: 3.20 m.
- Altura: 1.20 m.
- Espesor del concreto: 0.20 m.

Desde la progresiva 0+300 m del canal, se colocaron piedras disipadoras de energía, esto por las fuertes pendientes que se presentaban a partir de esta progresiva, y lograr minimizar las velocidades que el agua alcanzaba.

#### **4.3.- Diseño de mezcla**

Se inició el vaciado del canal en los últimos días del mes de agosto 2017, este se realizó con mezcladoras de concreto tipo trompo, y con el traslado y vaciado con el uso de carretillas.

Una vez que se tiene todo el tramo de canal con el relleno con las alturas adecuadas, se iniciará con la colocación del encofrado (cerchas) a cada 3 m, esto porque el canal será vaciado en tramos y también para dejar los espacios suficientes para la colocación de las juntas de dilatación.

Se utilizó el diseño de mezcla que se realizó para la construcción del canal de coronación, el cual se realizó con los materiales siguientes:

- Cemento: cemento Andino Tipo I.
- Arena gruesa: obtenido de la cantera Tucsipampa.
- Piedra Chancada 1/2": obtenido de la cantera Tucsipampa.
- Aditivo: SIKA AER incorporador de Aire.
- Agua: Agua potable proveniente de la red de agua de la zona.

#### **4.5.1.- Ensayos de concreto**

Durante el proceso de vaciado de concreto se realizó el ensayo al concreto fresco, para determinar el asentamiento y controlar la cantidad de a/c, así como obtención de muestras de concreto en cilindros para su posterior ensayo de compresión.

Durante el vaciado del canal de coronación, se obtuvo muestras de concreto del de la mezcladora, para determinar el asentamiento de la mezcla, se realizó el muestreo cada 40 m<sup>3</sup> de canal (7 pruebas en total): Resultado promedio de los ensayos SLUMP: 2”.

#### **4.5.2.- Preparado de concreto con mezcladora**

Se realizó la preparación del concreto con dos mezcladoras tipo trompo, este equipo estará ubicado a 150 metros de la zona de colocado (aproximado).

Se tomó en consideración el número de trabajadores y materiales necesarios para la operatividad y continuidad del proceso de preparado.

Se realizará la preparación de concreto en el equipo para cada bolsa de cemento, debiendo agregar los materiales en el siguiente orden, agua, aditivos, cemento y agregados.

Un supervisor verifica constantemente el preparado del concreto, a fin de cumplir con la dosificación de materiales de acuerdo al diseño de mezcla establecido para el tipo de concreto a obtener.

#### **4.5.3.- Transporte de concreto fresco**

El traslado del concreto se realiza desde la zona de preparación (mezcladora) hacia el canal, con el uso de carretillas para el traslado del concreto.

Los operadores de mezcladoras y los carretilleros deberán tener cuidado en el tiempo y cuidado en la preparación y transporte del concreto, para mantener su trabajabilidad y se encuentre en buenas condiciones para el vaciado correspondiente.

#### 4.4.- Colocación de Tecknopor en las juntas

En cada 3 m, que es donde estaba ubicado las cerchas, se colocaran el Tecknopor de forma provisional, esto para dejar espacio y poder colocar luego el RODON ELASTOMERICO junto con el SIKAFLEX.

#### 4.5.- Colocación de juntas de dilatación

Se colocará en cada junta de dilatación, RODON ELASTOMERICO de 1” de espesor, y será coberturado con SIKAFLEX, el cual actuará con sus propiedades elásticas ante cada dilatación y contracción que tenga el concreto.

#### 4.6.- Colocación del material orgánico sobre la geomembrana

Luego de tener toda la desmontera con los canales respectivos y la geomembrana impermeabilizante, se realiza la colocación de material orgánico en capas de 30 cm, esto para poder revegetar la desmontera.

#### 4.7.- Boleo de guano y revegetación de la desmontera

Como última fase del trabajo se realiza la revegetación de la desmontera con la planta predominante de la zona y el boleo de guano para garantizar el prendimiento de las plantas.

#### 4.8.- Discusión de los resultados

Con la construcción del canal de coronación se logró minimizar la contaminación al agua y del suelo, con los siguientes Parámetros:

Cuadro 1 Parámetros de calidad de agua en la desmontera Huayllacruz

Parámetro analizado	Unidad de medida	Límite Máximo Permisible	Antes de la intervención	Despues de la intervención
PH	U	6 - 9	4.50	7.60
Conductividad eléctrica	US/cm	1500.00	850.00	254.00
Oxigeno disuelto	mg/L	5.00	4.00	7.20

Fuente: SGS – Evaluación de agua Huayllacruz 2018.



Figura 16 Nivel de Ph después de la intervención.



Figura 17 Nivel de conductividad eléctrica después de la intervención.



Figura 18 Nivel de oxígeno disuelto después de la intervención.

*Cuadro 2* Parámetros de calidad de suelo en la desmontera Huayllacruz

<b>Parámetro analizado</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>	<b>Antes de la intervención</b>	<b>Después de la intervención</b>
Aceites y grasas	mg/L	20.000	75.000	18.000
Cobre total	mg/L	0.500	0.700	0.100
Hierro	mg/L	2.000	24.000	1.500
Plomo	mg/L	0.200	1.500	0.200
Zinc	mg/L	15.000	51.000	5.000

Fuente: SGS – Evaluación de suelo Huayllacruz 2018.

## CONCLUSIONES

1. Se determinó la influencia, donde con la construcción de los canales de concreto y la instalación de la Geomembrana; se logró reducir en un 35 % el nivel de contaminación del agua y en un 80 % los niveles de contaminación del suelo, evidenciando la efectividad e impermeabilidad de la estructura.
2. Los resultados obtenidos con la construcción de los canales de concreto y la instalación de la Geomembrana, muestran la eficacia de derivación de las aguas de la zona, evitando el contacto con la relavera y reduciendo el nivel de contaminación con los siguientes valores: Ph de 4.50 hasta 7.60, conductividad eléctrica de 850.00 US/cm hasta 254.00 US/cm, oxígeno disuelto de 4.00 mg/L hasta 7.20 mg/L.
3. Los resultados obtenidos con la construcción de los canales de concreto y la instalación de la Geomembrana, muestran el nivel de impermeabilidad alcanzada en la relavera, reduciendo ampliamente el nivel de contaminación del suelo con los siguientes valores: Aceites y grasas de 75 mg/L hasta 18 mg/L, Cobre total de 0.70 mg/L hasta 0.10 mg/L, Hierro de 24 mg/L hasta 1.5 mg/L, Plomo de 1.5 mg/L hasta 0.2 mg/L y Zinc de 51 mg/L hasta 5 mg/L.

## RECOMENDACIONES

1. Utilizar las estructuras de concreto y geomembrana en construcciones y/o instalaciones sumergidas, o construcciones en contacto directo con altos niveles de contaminantes y corrosivos, debido al grado de impermeabilidad logrado.
2. Al trabajar en construcciones sumergidas, es necesario la aplicación del aditivo resina epóxica en la unión del concreto con la geomembrana, para una adherencia y sellado correcto, con ello se evita que el agua o contaminantes ingresen por las uniones.
3. Cuando se realice trabajos con suelos con altos grados de contaminación, es importante que el terreno tenga los niveles de compactación necesarios, así como el ángulo de reposo que asegure la estabilidad física del talud, para que las estructuras que ahí se instalen trabajen de manera óptima con el medio ambiente natural, cumpliendo todos los estándares estructurales y ambientales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA

1. Armijos, P. G. (2018). *Diseño de Canales Abiertos*. Ingeniería y Tecnología, Lima.
2. Candorin, L. (2007). *Avances en el tratamiento de Aguas Acidas de Minas*. Universidad Federal de Rio Grande del Sur, Pereira.
3. Cánovas, M. F. (2008). *Aditivos para Mortero y Concreto*. Escuela Ingeniería en Construcción, Lima.
4. Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la Investigación 6 Edición*. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
5. Huahuacondori, F. R. (2014). *Estudio y Evaluación de las juntas soldadas de geomembrana de HDPE en obras hidráulicas*. Tesis de titulación. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
6. Ledesma, W. (2018). *Propuesta de tratamiento del depósito de relaves de Quiulacocha-Pasco para su remediación ambiental, basada en experiencias exitosas en empresas mineras*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Pasco.
7. López, L. G. (2003). *El concreto y Otros Materiales para la Construcción*. Universidad Nacional de Colombia.
8. Montero, P. F. (2016). *Control de Calidad de Agua y Análisis de Sedimentos*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
9. Picardo, L. R. (2013). *Plan de Cierre de Pasivos Ambientales Mineros*. Compañía de Minas Buenaventura S.A.A., Lima.
10. Ward Wilson, B. B. (2007). *Guía para el diseño de coberturas de depósitos de residuos mineros*. Ministerio de Energía y Minas, Lima.
11. Yábar, H. M. (2005). *Uso de Madera en Encofrados*. Sensico, Lima.
12. Yana, L. (2019) *Plan de cierre de relaveras auríferas de la planta de beneficio Minera Españolita S.A.* (Tesis de titulación) Universidad Nacional del altiplano. Puno.

## **ANEXOS**

## Anexo 1.- Panel fotográfico



Figura 19 Canal excavado.



Figura 20 Relleno del canal con material propio.



Figura 21 El relleno con material propio se agrupa en los bordes.



Figura 22 El material de relleno va formando los taludes del canal.



Figura 23 Se plantan los moldes con las medidas del canal especificados.



Figura 24 El piso es compactado con equipo, para una mejor conformación.



Figura 25 Compactación manual de taludes con material de préstamo.



Figura 26 Colocación de cerchas a cada 3 metros (encofrado de paños).



Figura 27 Preparación de concreto con mezcladora y servido a las carretillas.



Figura 28 Vaciado del concreto hacia los paños del canal.



Figura 29 Colocación de tecknoport para las juntas de dilatación (temporal).



Figura 30 Regleado de los paños ya vaciados con 2 trabajadores.



Figura 31 Vaciado y acabado de transición 1 (cambio a gradas).



Figura 32 Encofrado y vaciado de paredes laterales de las gradas.



Figura 33 Perfilado de las bermas del canal de coronación.



Figura 34 Colocación de 0.40 m de morrena en la Geomembrana.



Figura 35 Traslado de equipos y materiales de acuerdo al avance del proyecto.



Figura 36 Colocación de piedras disipadoras en las gradas (8").



Figura 37 Excavación de zanja para las gradas de disipación.



Figura 38 Excavación de zanja para las gradas de disipación.



Figura 39 Preparación de concreto con mezcladora.



Figura 40 Preparación de encofrado con paneles.



Figura 41 Enrocado de la base de las gradas.



Figura 42 Vaciado de pasos y contrapasos de las gradas.



Figura 43 Colocación de piedras disipadoras de energía en las gradas de disipación.



Figura 44 Encofrado de las paredes laterales de las gradas de disipación.



Figura 45 Vaciado y acabado del empalme canal 02 y de coronación.



Figura 46 Vista final del empalme.



Figura 47 Despliegue de la Geomembrana.



Figura 48 Despliegue de la Geomembrana.



Figura 49 Unión de la Geomembrana con cuña extrusora.



Figura 50 Vista final de la desmontera coberturada con Geomembrana.



Figura 51 Traslado de guano y mejoramiento de la desmontera.



Figura 52 Vista final de la desmontera mejorada con abono y revegetación.

## Anexo 2.- Diseño de mezcla

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO N°1 TRUJILLO DE MATERIALES "ING. MARCEL GONZÁLEZ DE LA CORTESA"

ABET  
ASOCIACIÓN PERUANA DE INGENIEROS

Informe N° : 17-25-16

Página: 1

---

**2.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f' = 175 N/mm<sup>2</sup>) (CEMENTO ANOMO TIPO I)**

**2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Descripción	f' = 175 N/mm <sup>2</sup>
Asentamiento	2"
Relación w/c en crudo	0.84
Relación w/c en seco	0.84
Proporciones en seco	1 : 2.31 : 2.65
Proporciones en obra	1 : 2.40 : 2.67

**2.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Componente	Cantidad (kg)
Cemento	336
Arena	776
Grava	891
Agua	215 L

**2.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Componente	Cantidad (kg)
Cemento	336
Arena	807
Grava	887
Agua	216 L

**2.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Componente	Cantidad (kg)
Cemento	42.50
Arena	103.65
Grava	113.43
Agua	27.27 L

**2.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Componente	Proporción
Cemento	1
Arena	2.16
Grava	2.30

**2.6 OBSERVACIONES**

1) La adopción de estos parámetros, proporciones, cantidades, formas de adopción e identificación fue sólo para fines de estudio y no para fines de ejecución.

2) Estas mezclas se realizaron en laboratorio de acuerdo a las normas técnicas vigentes de la zona, con el fin de proporcionar una referencia para la ejecución de las mismas.

Hecho por: **ING. M. A. TAYRADO**  
Fecha: **05/11/16**

M. A. TAYRADO  
ING. M. A. TAYRADO  
LABORATORIO N°1 TRUJILLO DE MATERIALES

UNI-LEM  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - UNI

ISO 9001

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - UNI

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO N°1 TRUJILLO DE MATERIALES "ING. MARCEL GONZÁLEZ DE LA CORTESA"

ABET  
ASOCIACIÓN PERUANA DE INGENIEROS

Informe N° : 17-25-16

Página: 2

---

**3.0 DISEÑO DE MEZCLAS FINAL (f' = 175 N/mm<sup>2</sup>) (CEMENTO ANOMO TIPO I)**

**3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Descripción	f' = 175 N/mm <sup>2</sup>
Asentamiento	2"
Relación w/c en crudo	0.84
Relación w/c en seco	0.84
Proporciones en seco	1 : 2.31 : 2.65
Proporciones en obra	1 : 2.40 : 2.67

**3.2 CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Componente	Cantidad (kg)
Cemento	336
Arena	776
Grava	891
Agua	215 L

**3.3 CANTIDAD DE MATERIAL POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Componente	Cantidad (kg)
Cemento	336
Arena	807
Grava	887
Agua	216 L

**3.4 CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Componente	Cantidad (kg)
Cemento	42.50
Arena	103.65
Grava	113.43
Agua	27.27 L

**3.5 PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Componente	Proporción
Cemento	1
Arena	2.16
Grava	2.30

**3.6 OBSERVACIONES**

1) La adopción de estos parámetros, proporciones, cantidades, formas de adopción e identificación fue sólo para fines de estudio y no para fines de ejecución.

2) Estas mezclas se realizaron en laboratorio de acuerdo a las normas técnicas vigentes de la zona, con el fin de proporcionar una referencia para la ejecución de las mismas.

Hecho por: **ING. M. A. TAYRADO**  
Fecha: **05/11/16**

M. A. TAYRADO  
ING. M. A. TAYRADO  
LABORATORIO N°1 TRUJILLO DE MATERIALES

UNI-LEM  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - UNI

ISO 9001

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES - UNI

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLEZ DE LA CORTESA"

**ABET**  
ABET  
INTERNATIONAL

186 404

**ANEXO 1**

Expediente N° : 17-2016

1. CARACTERÍSTICAS DEL ADOSADO TIPO:

ARMAZÓN ORLESA procedente de la marca TUCSAMPWA

A) ANÁLISIS GRAMILOMÉTRICO

TABLA		% NETO	% NETO	% PAGA
(Carga)	(Límite)	NETO	ACUM.	PARA
				RECORDAR
1	25	5.0	5.0	100.0
2	50	1.0	6.0	100.0
3	75	1.0	7.0	100.0
4	100	1.0	8.0	100.0
5	150	1.0	9.0	100.0
6	200	1.0	10.0	100.0
7	250	1.0	11.0	100.0
8	300	1.0	12.0	100.0
9	350	1.0	13.0	100.0
10	400	1.0	14.0	100.0
11	450	1.0	15.0	100.0
12	500	1.0	16.0	100.0
13	550	1.0	17.0	100.0
14	600	1.0	18.0	100.0
15	650	1.0	19.0	100.0
16	700	1.0	20.0	100.0
17	750	1.0	21.0	100.0
18	800	1.0	22.0	100.0
19	850	1.0	23.0	100.0
20	900	1.0	24.0	100.0
21	950	1.0	25.0	100.0
22	1000	1.0	26.0	100.0
23	1050	1.0	27.0	100.0
24	1100	1.0	28.0	100.0
25	1150	1.0	29.0	100.0
26	1200	1.0	30.0	100.0
27	1250	1.0	31.0	100.0
28	1300	1.0	32.0	100.0
29	1350	1.0	33.0	100.0
30	1400	1.0	34.0	100.0
31	1450	1.0	35.0	100.0
32	1500	1.0	36.0	100.0
33	1550	1.0	37.0	100.0
34	1600	1.0	38.0	100.0
35	1650	1.0	39.0	100.0
36	1700	1.0	40.0	100.0
37	1750	1.0	41.0	100.0
38	1800	1.0	42.0	100.0
39	1850	1.0	43.0	100.0
40	1900	1.0	44.0	100.0
41	1950	1.0	45.0	100.0
42	2000	1.0	46.0	100.0
43	2050	1.0	47.0	100.0
44	2100	1.0	48.0	100.0
45	2150	1.0	49.0	100.0
46	2200	1.0	50.0	100.0
47	2250	1.0	51.0	100.0
48	2300	1.0	52.0	100.0
49	2350	1.0	53.0	100.0
50	2400	1.0	54.0	100.0
51	2450	1.0	55.0	100.0
52	2500	1.0	56.0	100.0
53	2550	1.0	57.0	100.0
54	2600	1.0	58.0	100.0
55	2650	1.0	59.0	100.0
56	2700	1.0	60.0	100.0
57	2750	1.0	61.0	100.0
58	2800	1.0	62.0	100.0
59	2850	1.0	63.0	100.0
60	2900	1.0	64.0	100.0
61	2950	1.0	65.0	100.0
62	3000	1.0	66.0	100.0
63	3050	1.0	67.0	100.0
64	3100	1.0	68.0	100.0
65	3150	1.0	69.0	100.0
66	3200	1.0	70.0	100.0
67	3250	1.0	71.0	100.0
68	3300	1.0	72.0	100.0
69	3350	1.0	73.0	100.0
70	3400	1.0	74.0	100.0
71	3450	1.0	75.0	100.0
72	3500	1.0	76.0	100.0
73	3550	1.0	77.0	100.0
74	3600	1.0	78.0	100.0
75	3650	1.0	79.0	100.0
76	3700	1.0	80.0	100.0
77	3750	1.0	81.0	100.0
78	3800	1.0	82.0	100.0
79	3850	1.0	83.0	100.0
80	3900	1.0	84.0	100.0
81	3950	1.0	85.0	100.0
82	4000	1.0	86.0	100.0
83	4050	1.0	87.0	100.0
84	4100	1.0	88.0	100.0
85	4150	1.0	89.0	100.0
86	4200	1.0	90.0	100.0
87	4250	1.0	91.0	100.0
88	4300	1.0	92.0	100.0
89	4350	1.0	93.0	100.0
90	4400	1.0	94.0	100.0
91	4450	1.0	95.0	100.0
92	4500	1.0	96.0	100.0
93	4550	1.0	97.0	100.0
94	4600	1.0	98.0	100.0
95	4650	1.0	99.0	100.0
96	4700	1.0	100.0	100.0

B) CURVA DE DRUMILOMETRÍA

C) PROPORCIONES FÍSICAS

Proporción	Valor
Gravidad específica (kg/m³)	2.70
Gravidad aparente (kg/m³)	1.800
Gravidad específica (kg/m³)	1.800
Gravidad aparente (kg/m³)	1.800
Gravidad específica (kg/m³)	2.65
Gravidad aparente (kg/m³)	2.65

2. OBSERVACIONES:   
 1) La información referida al material, procedencia, análisis, tipos de abstracción e identificación son solo proporcionales por el laboratorio.   
 Hecho por: ING. M. A. TIGLADO S.   
 Fecha: 08/11/2016

**UNI-LEM**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 Av. Tarma s/n, Tarma, Perú  
 Teléfono: (011) 881-8345  
 Fax: (011) 881-8346  
 E-mail: info@uni-lem.edu.pe  
 www.uni-lem.edu.pe  
 UNI-LEM  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales - UNI

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
Facultad de Ingeniería Civil  
LABORATORIO N°1 ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLEZ DE LA CORTESA"

**ABET**  
ABET  
INTERNATIONAL

186 404

**ANEXO 1**

Expediente N° : 17-2016

1. CARACTERÍSTICAS DEL ADOSADO TIPO:

ARMAZÓN ORLESA procedente de la marca TUCSAMPWA

A) ANÁLISIS GRAMILOMÉTRICO

TABLA		% NETO	% NETO	% PAGA
(Carga)	(Límite)	NETO	ACUM.	PARA
				RECORDAR
1	25	5.0	5.0	100.0
2	50	1.0	6.0	100.0
3	75	1.0	7.0	100.0
4	100	1.0	8.0	100.0
5	150	1.0	9.0	100.0
6	200	1.0	10.0	100.0
7	250	1.0	11.0	100.0
8	300	1.0	12.0	100.0
9	350	1.0	13.0	100.0
10	400	1.0	14.0	100.0
11	450	1.0	15.0	100.0
12	500	1.0	16.0	100.0
13	550	1.0	17.0	100.0
14	600	1.0	18.0	100.0
15	650	1.0	19.0	100.0
16	700	1.0	20.0	100.0
17	750	1.0	21.0	100.0
18	800	1.0	22.0	100.0
19	850	1.0	23.0	100.0
20	900	1.0	24.0	100.0
21	950	1.0	25.0	100.0
22	1000	1.0	26.0	100.0
23	1050	1.0	27.0	100.0
24	1100	1.0	28.0	100.0
25	1150	1.0	29.0	100.0
26	1200	1.0	30.0	100.0
27	1250	1.0	31.0	100.0
28	1300	1.0	32.0	100.0
29	1350	1.0	33.0	100.0
30	1400	1.0	34.0	100.0
31	1450	1.0	35.0	100.0
32	1500	1.0	36.0	100.0
33	1550	1.0	37.0	100.0
34	1600	1.0	38.0	100.0
35	1650	1.0	39.0	100.0
36	1700	1.0	40.0	100.0
37	1750	1.0	41.0	100.0
38	1800	1.0	42.0	100.0
39	1850	1.0	43.0	100.0
40	1900	1.0	44.0	100.0
41	1950	1.0	45.0	100.0
42	2000	1.0	46.0	100.0
43	2050	1.0	47.0	100.0
44	2100	1.0	48.0	100.0
45	2150	1.0	49.0	100.0
46	2200	1.0	50.0	100.0
47	2250	1.0	51.0	100.0
48	2300	1.0	52.0	100.0
49	2350	1.0	53.0	100.0
50	2400	1.0	54.0	100.0
51	2450	1.0	55.0	100.0
52	2500	1.0	56.0	100.0
53	2550	1.0	57.0	100.0
54	2600	1.0	58.0	100.0
55	2650	1.0	59.0	100.0
56	2700	1.0	60.0	100.0
57	2750	1.0	61.0	100.0
58	2800	1.0	62.0	100.0
59	2850	1.0	63.0	100.0
60	2900	1.0	64.0	100.0
61	2950	1.0	65.0	100.0
62	3000	1.0	66.0	100.0
63	3050	1.0	67.0	100.0
64	3100	1.0	68.0	100.0
65	3150	1.0	69.0	100.0
66	3200	1.0	70.0	100.0
67	3250	1.0	71.0	100.0
68	3300	1.0	72.0	100.0
69	3350	1.0	73.0	100.0
70	3400	1.0	74.0	100.0
71	3450	1.0	75.0	100.0
72	3500	1.0	76.0	100.0
73	3550	1.0	77.0	100.0
74	3600	1.0	78.0	100.0
75	3650	1.0	79.0	100.0
76	3700	1.0	80.0	100.0
77	3750	1.0	81.0	100.0
78	3800	1.0	82.0	100.0
79	3850	1.0	83.0	100.0
80	3900	1.0	84.0	100.0
81	3950	1.0	85.0	100.0
82	4000	1.0	86.0	100.0
83	4050	1.0	87.0	100.0
84	4100	1.0	88.0	100.0
85	4150	1.0	89.0	100.0
86	4200	1.0	90.0	100.0
87	4250	1.0	91.0	100.0
88	4300	1.0	92.0	100.0
89	4350	1.0	93.0	100.0
90	4400	1.0	94.0	100.0
91	4450	1.0	95.0	100.0
92	4500	1.0	96.0	100.0
93	4550	1.0	97.0	100.0
94	4600	1.0	98.0	100.0
95	4650	1.0	99.0	100.0
96	4700	1.0	100.0	100.0

B) CURVA DE DRUMILOMETRÍA

C) PROPORCIONES FÍSICAS

Proporción	Valor
Gravidad específica (kg/m³)	2.70
Gravidad aparente (kg/m³)	1.800
Gravidad específica (kg/m³)	1.800
Gravidad aparente (kg/m³)	1.800
Gravidad específica (kg/m³)	2.65
Gravidad aparente (kg/m³)	2.65

2. OBSERVACIONES:   
 1) La información referida al material, procedencia, análisis, tipos de abstracción e identificación son solo proporcionales por el laboratorio.   
 Hecho por: ING. M. A. TIGLADO S.   
 Fecha: 08/11/2016

**UNI-LEM**  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 Av. Tarma s/n, Tarma, Perú  
 Teléfono

**ANEXO 2**

Expediente N° : 17-2018

**1. CARACTERÍSTICAS DEL APRESTADO ORUSO:**

PIEDRA CHANCADA 10" procedente de canchero TUCSPAMBA.

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ (mm)	% PASA	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
75	28	72	72	28
150	45	55	55	45
300	65	35	35	65
600	85	15	15	85
1200	95	5	5	95
2500	100	0	0	100



**G) PROPIEDADES FÍSICAS**

Caricamento Máximo	1"
Módulo de Elasticidad	7.00
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1.80
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1.80
Peso Especifico	2.65
Coeficiente de Absorción (%)	0.07
Porcentaje de Absorción (%)	1.07

**2. OBSERVACIONES:** Se la muestra sometida al ensayo presentando un comportamiento elástico lineal.

Hecho por: Ing. M. A. Tapán E.

Revisado por: B. T.M.T.

NOTA: Este informe representa un estudio de referencia y no debe utilizarse para la toma de decisiones sin la autorización del autor.

Este informe es propiedad intelectual de UNILEM y no debe ser reproducido sin el consentimiento escrito del autor.

**ANEXO 3**

Expediente N° : 17-2018

**1. CARACTERÍSTICAS DEL APRESTADO GLOBAL:**

Concreción de ARENA GRUESA procedente de la canchero TUCSPAMBA y PIEDRA CHANCADA 10"

**A) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

TAMIZ (mm)	% PASA	% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
75	12	88	88	12
150	25	75	75	25
300	45	55	55	45
600	65	35	35	65
1200	85	15	15	85
2500	95	5	5	95



**G) PROPIEDADES FÍSICAS**

Caricamento Máximo	1"
Módulo de Elasticidad	5.20
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1.80
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1.80
Peso Especifico	2.65
Coeficiente de Absorción (%)	0.07
Porcentaje de Absorción (%)	1.07

Hecho por: Ing. M. A. Tapán E.

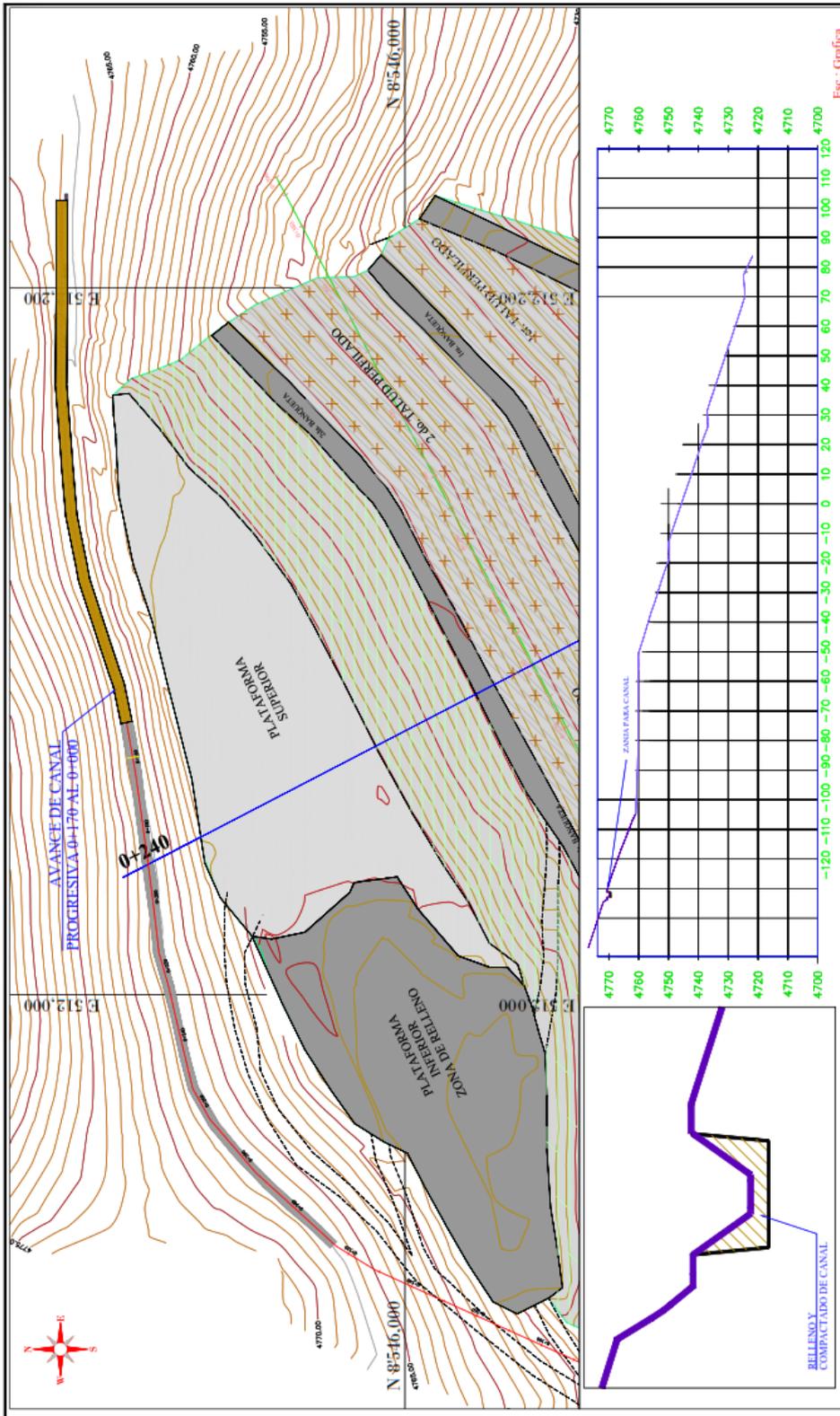
Revisado por: B. T.M.T.

NOTA: Este informe representa un estudio de referencia y no debe utilizarse para la toma de decisiones sin la autorización del autor.

Este informe es propiedad intelectual de UNILEM y no debe ser reproducido sin el consentimiento escrito del autor.







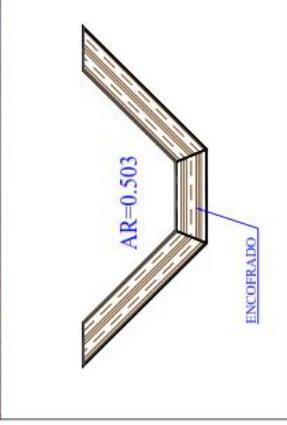
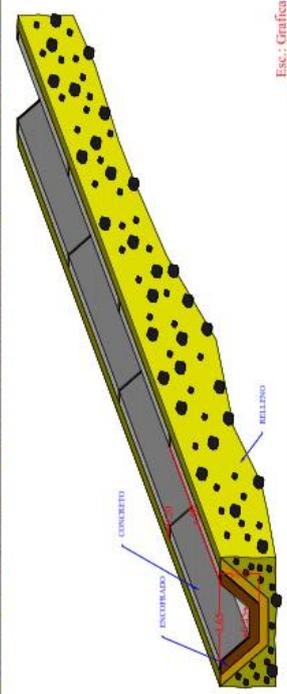
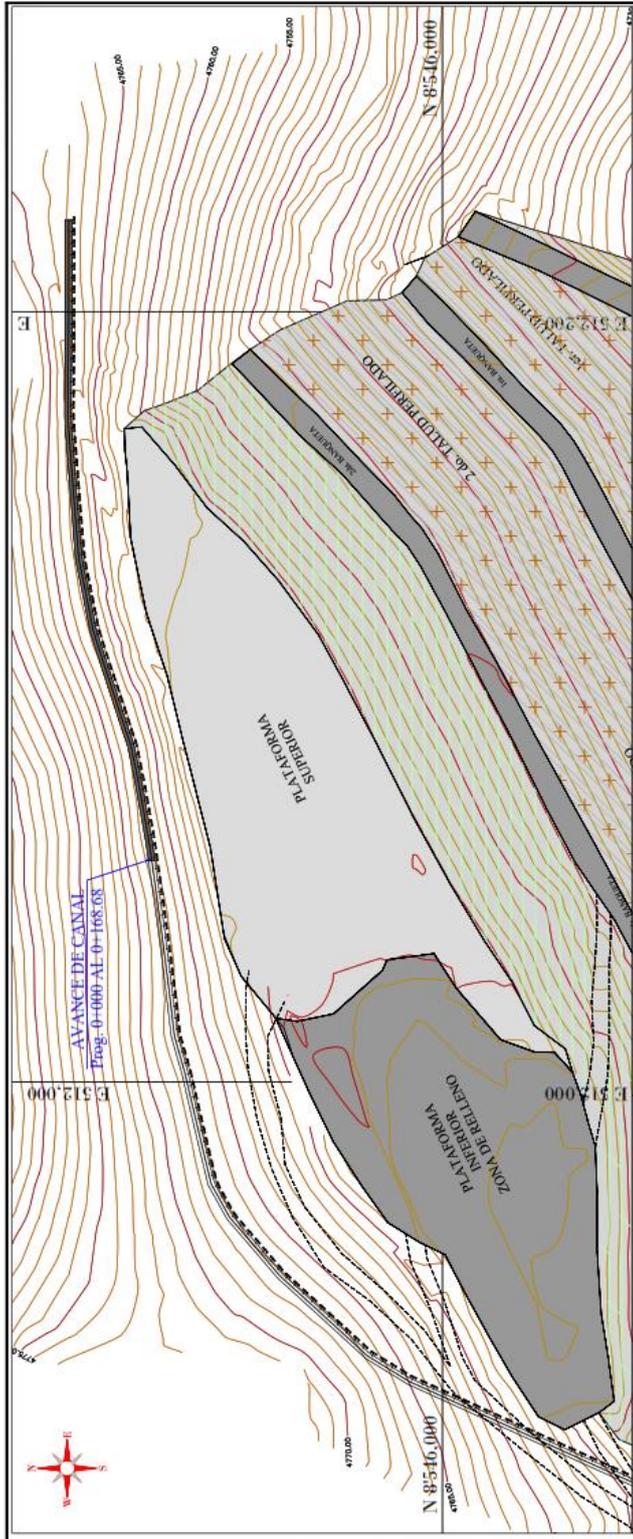
Esc.: Grafica


**U. P. - RECIBIDA**  
**B U R G O S**  
 U. P. RECIBIDA  
 Fecha: 28 de Sep 17  
 Proyecto: CIERRE DE DESMONTERAS  
 DESMONTERA HUAYLLACRUZ  
 ZONA ESPERANZA  
 Autor: J.M. Fajardo Q.  
 Revisor: Ing. Juan Soto  
 Verificador: Ing. Juan Malvarque R.  
 Nombre del Proyecto: MEDIO AMBIENTE  
 Nombre del Cliente:

LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	(m)	150.00
EXTRACCION Y CARGUJO DE MATERIAL DE RELLENO	(m <sup>3</sup> )	168.00
RELLENO COMPACTADO MANUAL C/MAT PROPIO	(m <sup>3</sup> )	168.00
RAZO Y REPLANTEO	(m)	150.00
<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN: X = 512107.651 Y = 8546085.480</b>		

**LEYENDA**

 RELLENO DE CANAL  
 TOPOGRAFIA ACTUAL



Esc.: Grafica


**U. P. HUANCABAMBA**  
**UNIVERSIDAD**  
 Huancabamba - Perú  
 Huancabamba - Perú

ENCOFRADO	(m <sup>2</sup> )	28.16
CANAL DE CONCRETO	(m <sup>3</sup> )	84.00
TARRAJO Y REPLANTEO	(m <sup>2</sup> )	265.88
TARRAJEO DE CANAL	(m <sup>2</sup> )	457.12
<b>COORDENADAS DE UBICACIÓN: X = 512223.843 Y = 9546096.341</b>		

**DESMONTERA HUAYLLACRUZ**

**LEYENDA**

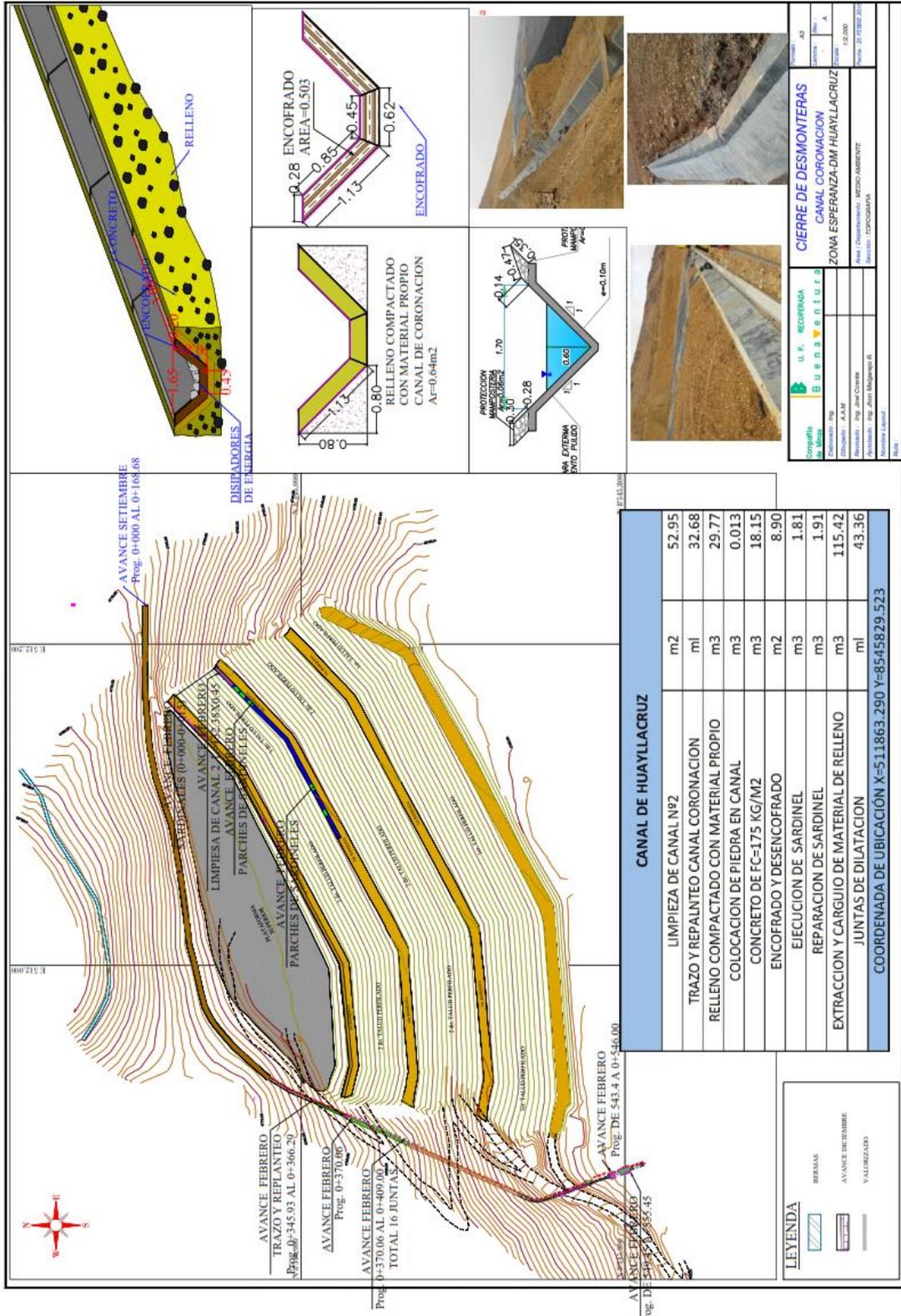
	RELLENO DE CANAL
	TOPOGRAFIA ACTUAL









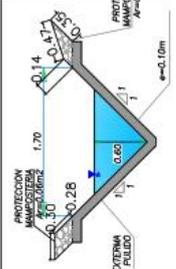


AVANCE SETIEMBRE  
Prog. 0+000 AL 0+104.68

DISHADORES DE ENERGIA

ENCOFRADO  
AREA=0.503

RELLENO COMPACTADO  
CON MATERIAL PROPIO  
CANAL DE CORONACION  
A=0.64m<sup>2</sup>



CANAL DE HUAYLLACRUZ	
LIMPIEZA DE CANAL Nº2	m2 52.95
TRAZO Y REPAINTO CANAL CORONACION	ml 32.68
RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3 29.77
COLOCACION DE PIEDRA EN CANAL	m3 0.013
CONCRETO DE FC=175 KG/M2	m3 18.15
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2 8.90
EJECUCION DE SARDINEL	m3 1.81
REPARACION DE SARDINEL	m3 1.91
EXTRACCION Y CARGUIO DE MATERIAL DE RELLENO	m3 115.42
JUNTAS DE DILATACION	ml 43.36
COORDENADA DE UBICACION X=511863.290 Y=8545829.523	

**CIERRE DE DESMONTERRAS**  
CANAL CORONACION  
ZONA ESPERANZA-DM HUAYLLACRUZ

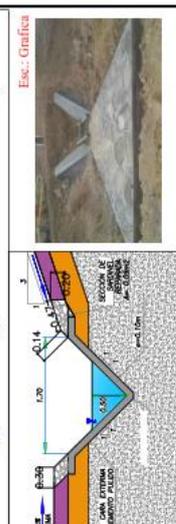
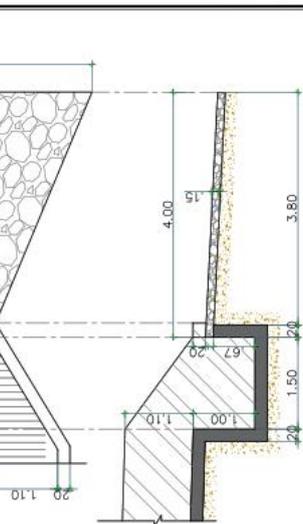
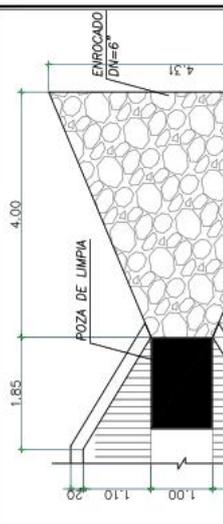
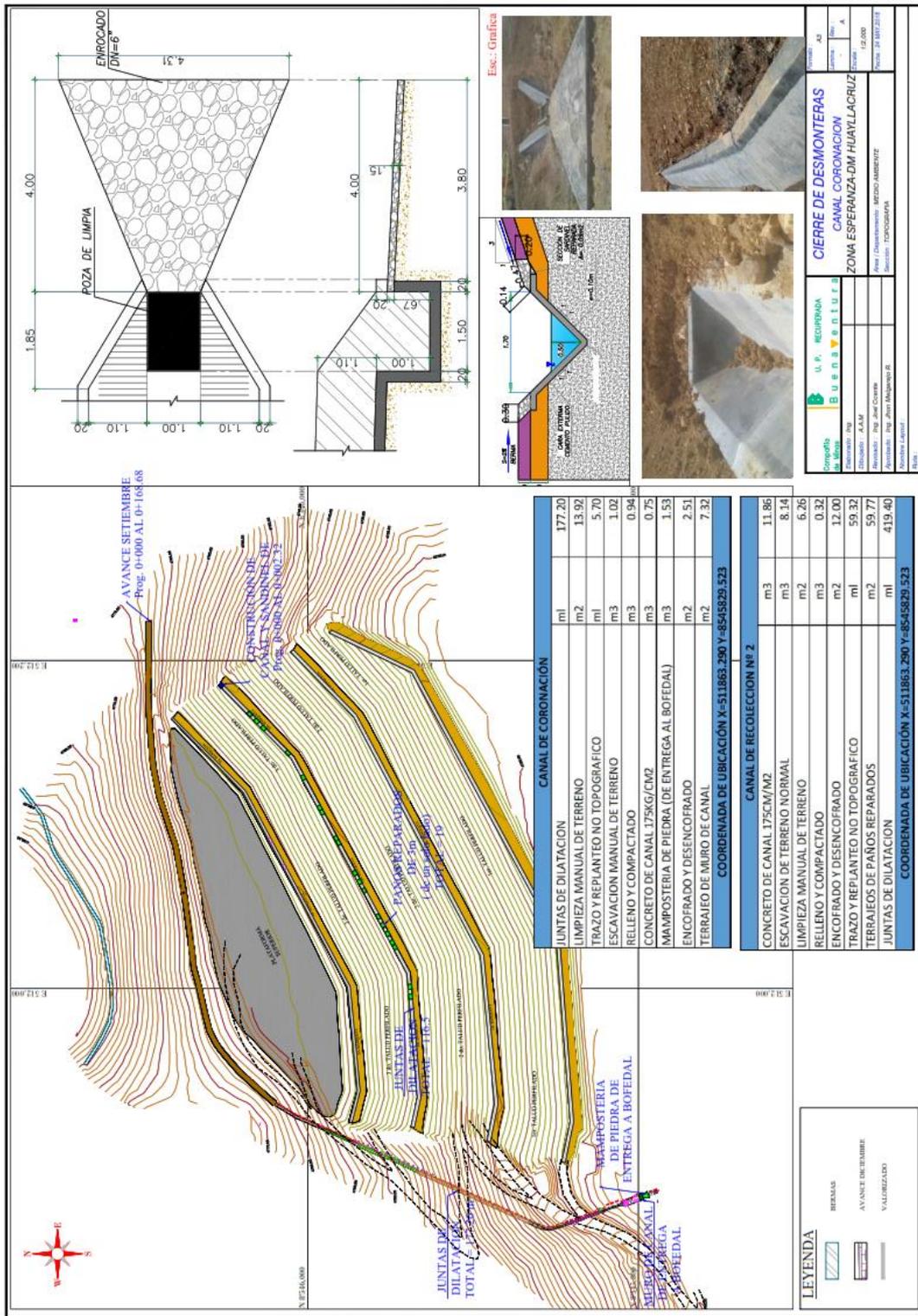
U. P. RECUPERADA  
S. U. B. S. A. S. I. S. T. A. S.

Elaborado Por: A.A.M.  
Revisado Por: J.M.C.  
Dibujado Por: J.M.P.  
Escalado: 1:50.000  
Fecha: 20 FEBR 2011

Proyecto: Desmonterrado - MEDIO AMBIENTE  
Sector: DPO-GRANATA

**LEYENDA**

- RELLENO
- AVANCE DISEÑO
- VALORIZADO



**CIERRE DE DESMONTERRAS**  
CANAL CORONACION  
ZONA ESPERANZA-DM HUAYLLACRUZ

U.P. **BOVEDAL**

Proyecto: 01-000 AL 01-108.68

Elaborado: Ing. José Cordero  
Revisado: Ing. José Cordero  
Aprobado: Ing. José Cordero

Fecha: 20/02/2017

Escala: 1:50.00

CANAL DE CORONACION	
JUNTAS DE DILATACION	m1 177.20
LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2 13.92
TRAZO Y REPLANTEO NO TOPOGRAFICO	m1 5.70
ESCAVACION MANUAL DE TERRENO	m3 1.02
RELLENO Y COMPACTADO	m3 0.94
CONCRETO DE CANAL 175KG/CM2	m3 0.75
MAMPONERIA DE PIEDRA (DE ENTREGA AL BOFEDAL)	m3 1.53
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2 2.51
TERRAJEO DE MURO DE CANAL	m2 7.32
<b>COORDENADA DE UBICACION X=511863.290 Y=8545829.523</b>	

CANAL DE RECOLECCION Nº 2	
CONCRETO DE CANAL 175CM/M2	m3 11.86
ESCAVACION DE TERRENO NORMAL	m3 8.14
LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2 6.26
RELLENO Y COMPACTADO	m3 0.32
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2 12.00
TRAZO Y REPLANTEO NO TOPOGRAFICO	m1 59.32
TERRAJEO DE PAÑOS REPARADOS	m2 59.77
JUNTAS DE DILATACION	m1 419.40
<b>COORDENADA DE UBICACION X=511863.290 Y=8545829.523</b>	

**LEYENDA**

- BOVEDAL
- AVANCE DE DISEÑO
- VALLE FERRILLADO

BOVEDAL

AVANCE DE DISEÑO

VALLE FERRILLADO

AVANCE SETIEMBRE  
Prog. 01-000 AL 01-108.68

CONSTRUCCION DE  
CANAL CORONACION DE  
LA ZONA ESPERANZA-DM  
ZONA ESPERANZA-DM HUAYLLACRUZ

BOVEDAL

AVANCE DE DISEÑO

VALLE FERRILLADO